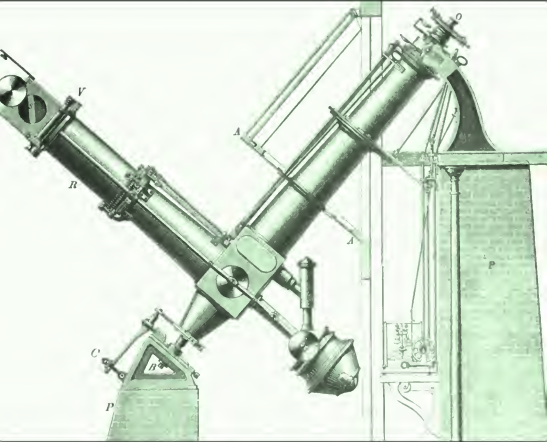


Zeitschrift für Instrumentenkunde

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Friedenau, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Berlin, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Elfter Jahrgang 1891.

Berlin.

Verlag von Julius Springer

1891.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50 Grad. Von W. Pomplun . . . I
Eine neue Montirung des Milchglasplattenphotometers. Von L. Weber 6
Ueber die Verwendung des einfachen Wolkenspiegels zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit der Wolken. Von A. Sprung 11
Refraktoren in Verbindung mit Spiegeln. Von O. Knopf 17
Untersuchungen über Schraubenmikrometer. Von V. Knorre. 41. 83
Apparat zur Bestimmung der spezifischen Leitungsfähigkeit von Metallen in Zylinderform nach der Dämpfungsmethode. Von G. Mayrhofer 50
Eine neue Form des Perimeters. Von P. Braunschweig 58
Zur Bestimmung der Neigung der Horizontalfäden eines Durchgangsinstrumentes. Von L. Ambronn 77
Mikroskope von Carl Zeiss in Jena für krystallographische und petrographische Untersuchungen. Von S. Czapski 94
Ueber das Härten von Stahlmagneten. Von L. Holborn. 113
Bamberg's tragbares Durchgangsinstrument. Von H. Homann 125
Christiaan Huygens' früheste Luftpumpe. Von E. Gerland 131
Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bis Ende 1890 149
Ueber eine Herstellung von Normalquecksilberwiderständen. Von St. Lindeck 171
Ueber die Temperaturkorrektion bei Heberbarometern. Von P. Czermak 184
Ueber C. V. Boys' Versuche einer Messung der Sternenwärme. Von J. Maurer 189
Induktionsinklinatorium neuer Konstruktion und Bestimmung der absoluten Inklination mit demselben im Observatorium zu Pawlowsk. Von H. Wild 203. 248
Instrumente zu submarinen Messungen. Von L. Szarvas. 218
Eine neue Lidklemme. Von A. Elschnig 227
Vergleichende Untersuchung technischer Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom. Von K. Kahle. 239
Selbthätige Quecksilberluftpumpe. Von A. Raps. 256
Ein neuer Interferenzrefraktor. Von L. Zehnder 275
Ueber Ellipsographen und Ovalwerke. Von W. Hartmann. 285
Ueber J. Aitken's Apparat zur absoluten Messung des Staubgehaltes der Atmosphäre. Von J. Maurer 292
Vergleichung neuer metrischer Urmaasse. Von W. Marek 296
Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. Das Verhalten von Glasoberflächen zu Wasser. Von F. Mylius u. F. Foerster 311. 375
Studium einiger physikalischen Eigenschaften von Gläsern und über ein neues werthvolles Glas für die Thermometrie. Von O. Schott. 330
Quecksilberpipette. Von V. Dvořák 338
Der selbthätige Universalpegel zu Swinemünde, System Seibt-Fuess. Von W. Seibt. . . 351
Resultate der Vorarbeiten zur Herstellung der photographischen Himmelskarte. Von J. Scheiner 366. 391
Hermann von Helmholtz 388

Seite
Messung von Rotationsgeschwindigkeiten mittels des Zentrifugalsaugens. Von K. Prytz . 389
Ueber Goldschmidt'sche Aneroïdbarometer. Von P. Czermak 405
Ueber verschiedene Arten selbthätiger Stromunterbrecher und deren Verwendung. Von V. Dvořák 423
Zur Konstruktion des Babinet'schen Kompensators. Von K. E. F. Schmidt 439
Transportables Horizontalgalvanometer der Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen. Von St. Lindeck 444

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bericht über die wissenschaftliche Ausstellung bei Gelegenheit des X. internationalen medizinischen Kongresses im August 1890 23
Erfahrungen über die Verwendbarkeit von Aluminium für Messinstrumente. Von M. Schmidt 61
Ueber eine neue Vorrichtung für Mikroskope zum Zwecke eines schnellen Uebergangs von parallelem polarisirten zu konvergentem Licht. Von R. Brunnée (i. F. Voigt & Hochgesang) 136
Die Dezimaltheilung des Quadranten 193
Tagung der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Halle a. S. 196
Ueber das reine Platin und einige seiner Legirungen. Von W. C. Heraeus. 262
Neue Statuten der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte. Von H. Krüss . . . 297
Internationaler Elektrotechniker-Kongress zu Frankfurt a. M. 299
Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feintechnik zu Frankfurt a. M. vom 26. August bis Ende September 1891 300
Ueber ein Zentrirfutter als Ersatz für Holzfutter. Von Ludwig Mach 338
Verhandlungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Halle a. S. 445

Referate.

Oleorefraktometer nach Amagat und Jean zur Ermittlung von Verfälschungen 29
Eine neue Flüssigkeit für sphärische Libellen 29
Apparat zur Entdeckung von brennbaren Gasen in der Luft. 30
Gasentwicklungsapparat mit kontinuirlichem Abfluss der Abfallflüssigkeit 31
Apparat zur Schmelzpunktsbestimmung 31
Ein Gebirgsmagnetometer. 31
Untersuchungen über neue radiophonische Apparate 33
Ueber ein neues Galvanometer, welches als Strommesser oder Spannungsmesser dienen kann 34
Zur Geschichte der Brennspiegel 63
Ombrograph und Atmograph 64
Die Vokalsirene, eine neue Methode zur Nachahmung von Vokalklängen 66
Bestimmung der Aenderung der Schwere mit der Höhe. 66
Instrumente aus dem physikalisch-mechanischen Institut von Dr. M. Th. Edelmann in München 67
Ueber eine Verbesserung des Schlittenmikrotoms 68
Ein empfindliches Barometer 68
Messapparate für Schule und Laboratorium 68
Neuer Anemograph und Anemoskop 99
Ein historisches Instrument 100
Bestimmung des Ohm durch die elektrodynamische Methode von Lippmann. 100
Apparat zur fraktionirten Destillation unter vermindertem Druck 101
Extraktionsapparat 101
Ueber eine photographische Methode der Breitenbestimmung aus Zenithsternen 101
Porzellanschalen für quantitative Arbeiten 103
Apparat zum Reagiren in der Kälte und bei Luftabschluss 103
Eine einfache und genaue Methode der Orientirung eines parallaktisch aufgestellten Fernrohrs 137
Nadelinklinatorium modifizirter Konstruktion 138
Ein einfacher Interferenzversuch 142
Ein Zeichenpult für den Gebrauch am Mikroskop 196
Verdampfungskalorimeter 196

Seite
Photochemisches Aktinometer 198
Einige neue Objekthalter für die Jung'schen Mikrotome 199
Quecksilberluftpumpe mit selbthätigem Betrieb durch Wasserdruck 229
Apparat zur Verbreiterung von photographischen Sternspektren 229
Apparat zur Demonstration des Schellbach'schen Ringes 231
Ein Apparat zum Nachweis des Archimedischen Prinzips 231
Eine neue Form des Blattelektroskops 232
Leibnitz und das Aneroidbarometer 232
Ein Apparat für die Demonstration des Flüssigkeitsdruckes 233
Ausstellung von Regen- und Verdunstungsmessern, sowie anderen neuen meteorologischen Instrumenten 264
Liquoskop, Instrument zum optischen Vergleich durchsichtiger Flüssigkeiten 267
Beobachtungen über die spezifische Wärme des flüssigen Schwefels 301
Ueber ein elektrochemisches Aktinometer 303
Ein automatischer Lampenanzünder 303
Die Koebs-Wolz'sche Mikroskopirlampe 304
Bemerkung zu dem Referate „Quecksilberluftpumpe mit selbthätigem Betrieb durch Wasserdruck“ 305
Messung mittels Lichtwellen 339
Spiegelteleskop aus ebenen Spiegeln 342
Magnetische Eigenschaften von Nickel-Eisen-Legirungen 342
Komparator für physikalische Zwecke 376
Apparat zur graphischen Darstellung der Mondbahn 378
Apparat zur Vorausbestimmung der Gezeiten 378
Pyrometrisches Sehrohr (*Lunette pyrométrique*) von Mesuré und Nouel 379
Ueber die Benutzung des elektrischen Glühlichts für photographisch-selbstregistrirende Apparate 411
Dauer der „Nachinduktion“ in Eisen 412
Vorrichtungen für fraktionirte Destillation im Vakuum 413
Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure 413
Apparate zur fraktionirten Destillation 413
Parabolische Laterne mit Oelbeleuchtung 414
Vergleichsmagnetometer von Haldane Gee 414. 458
Universalgasometer (Gasometer, Gebläse, Druckpumpe, Saugapparat bezw. Verdünnungspumpe) 415
Neuere elektrische Verbrauchsmesser 415
Ein Ersatz der Woulff'schen Flaschen 416
Neue Glasgefässe zu wissenschaftlichen Zwecken 416
Studien über graphische Zeitregistrirung 447
Ueber einen heizbaren Vakuumexsikkator 449
Vorlesungsapparat zur Ablenkung der Magnetnadel 450
Schwellenthermometer 451

Neu erschienene Bücher 34. 69. 70. 104. 105. 142. 200. 233. 234. 267. 343. 344. 380. 382. 417. 451. 452

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik:
Sitzung vom 2. Dezember 1890 35
Jahresbericht für 1890 70
Generalversammlung vom 6. Januar 1891 72
Sitzung vom 20. Januar 1891 105
„ „ 6. Februar 1891 106
„ „ 21. Februar 1891 143
„ „ 17. März 1891 143
„ „ 17. April 1891 234
„ „ 5. Mai 1891 234
Die elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. 106

Seite
Dritter deutscher Mechanikertag in Frankfurt a. M. 234. 344. 382
Carl Zeiss-Stiftung 306
Der erste deutsche Glasbläsertag 345

Patentschau.

Zähler der elektrischen Energie. — Mikrophon mit schwingender Dämpfung 36
Vorrichtung zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Schallwellen. — Augenspiegel. — Vorrichtung zur Bestimmung des Wassergehalts von Dampf. — Doppelradhemmung für Chronometer mit vollkommen freier Unruhe und für Pendeluhren mit freiem Pendel 37
Fernthermometer. — Plattenwechselvorrichtung für photographische Kamera 38
Apparat zur Erzeugung von Induktionsströmen mittels schwingender Körper. — Apparat zur Messung von Zug- und Druckkräften. — Ellipsenzirkel. — Neuerung an Elektrizitätszählern 39
Indikator mit selbthätiger graphischer Darstellung der Arbeit in bestimmten Zeitabständen 40
Wärmelampe für konstante Temperaturen mit elektrischer Gaszuflussregulirung 73
Objektivverschluss für photographische Apparate. — Polygonzirkel mit Einrichtung zum Verzeichnen von Kreisen und geraden Linien. — Kreistheiler 74
Elektrische Hauptuhr. — Freie Pendelhemmung mit stetiger Kraft 75
Vorrichtung zur Erzeugung eines gleichmässig erleuchteten Bildfeldes bei photographischen Weitwinkelobjektiven. — Mehrpoliges Telephon mit radialer Verstellung der Polschuhe. — Elektrische Kraftmaschine mit schwingender Bewegung. — Instrument zur Erzeugung und wiederholten Hervorbringung von regelmässig gestalteten Bildern auf optischem Wege (Kaleidostat) 107
Apparat zur Erzeugung von Magnesiumlicht für photographische Zwecke. — Magnesium-Beleuchtungsapparat. — Loth zu Tiefen- und Strömungsmessungen 108
Tragbare photographische Kamera. — Vorrichtung zum Verstellen der Schlitzweite an Jalousieverschlüssen bei photographischen Apparaten. — Neuerungen an dem durch das Patent No. 45048 geschützten Verfahren und Apparat für das Registriren und Wiederhervorbringen von Tönen. — Vorrichtung zum Aufnehmen und Zählen einzelner Vorgänge 109
Verfahren zur Herstellung von Phonogrammen. — Verfahren zur Wiedergabe von Lauten oder Tönen mittels bandförmiger Phonogramme. — Elektrizitätszähler. — Elektrisches Meldewerk zur Meldung übermässig raschen Fallens von Flüssigkeitsständen 110
Maass- und Zeichenwinkel, insbesondere zum Aufzeichnen der Abwicklungsfiguren konischer Körper dienlich 143
Mit Ausrückvorrichtung versehener Pantograph zur Vervielfältigung von Zeichnungen und Mustern. — Vorrichtung zum Schliessen und Unterbrechen von Stromkreisen für elektrische Klingeln. — Phonograph mit Einrichtung zum elektrischen Fernsprechen 144
Vorrichtung zur Erzeugung von Magnesiumlicht. — Jalousieverschluss für photographische Kamera. — Zeichengeräth zur Bestimmung der Eckpunkte regelmässiger Vielecke. — Apparat zur Messung von Zug- und Druckkräften. — Kurvenmessrädchen 145
Reissfeder mit konischer Hülse, welche gleichzeitig als Stell- und als Schutzhülse dient. — Geräth zur zeichnerischen Uebertragung tachymetrischer Messungen. — Ellipsenzeichner 146
Gekerbter Zeichenmaassstab mit Schutzvorrichtung gegen Lagenänderungen beim Abstechen. — Zirkel mit einem die mittlere Stellung zu den Zirkelschenkeln unverändert beibehaltenden Griff. — Lehrmittel für darstellende Geometrie 147
Stütze für längliche Geräthe, Instrumente und Schusswaffen. — Freie Uhrhemmung . . . 200
Neuerung in der Erzeugung von Magnesiumlicht. — Schaltwerk für elektrische Pendeluhren. — Phonograph mit feststehendem Sprechwerkzeug. — Höhenmessapparat für Uhrmacher 201
Verfahren zur Messung hoher Temperaturen 202
Messstabhalter. — Photographische Kamera 235
Elektrolytischer Elektrizitätszähler mit rotirendem Flüssigkeitsbehälter. — Schwungpendel für Geschwindigkeitsmesser mit gleichmässiger Eintheilung. — Brems- und Dämpfervorrichtung für Mikrophone. — Reflektor für elektrisches Bogenlicht 236
Relais für elektrische Ströme. — Stangenzirkel. — Entfernungsmesser. — Verfahren und

Seite

Vorrichtung zur Herstellung der im Phonographen zum Einzeichnen der Schallwellen dienenden Zylinder . . . 237
Gelenk für Brillengestelle . . . 238
Doppelfernrohr mit Kompass. — Hörvorrichtung . . . 269
Ein auf Widerstandsmessung beruhender Entfernungsmesser. — Apparat zum Absprengen von Glasröhren . . . 270
Uhrpendel mit Vorrichtung zum Schutze der Pendelfeder. — Kohlenwalzenmikrophon . . . 271
Winkelstück für zahnärztliche Bohrmaschinen. — Desinfektionsapparat mit abnehmbarem Behälter für die zu desinfizirenden Gegenstände und mit elektrischer Kontrolvorrichtung. — Befestigung der Gläser von Brillen und Kneifern . . . 272
Elektrizitätszähler. — Vorrichtung zum selbthätigen Aufzeichnen der Thätigkeit von Maschinen. — Neuerung an Braunsteinelementen. — Schutzbrille mit doppelten, elastisch befestigten Gläsern . . . 273
Verstellbare Abdrehmesser für Phonographen. — Phonograph mit nur einer Membran für Schreib- und Sprechwerkzeug. — Panorama- oder Wandelkamera . . . 274
Elektrizitätszähler . . . 306
Neuerung an Phonographen. — Stellbares Stichmaass mit Messschraube . . . 307
Differential-Dampfspannungsthermometer mit Einrichtung zum Fernmelden der Temperatur 308
Spiritnskontrolapparat. — Sehkraftprüfer mit in Kurvenbahnen geleiteten Linsen. — Trockenschrank mit Waage. — Zahnärztliche Bohrmaschine für Druckluftbetrieb . . . 309
Quecksilberthermometer mit magnetischer Anzeigevorrichtung . . . 310
Zusammenlegbarer Zirkel zur Bestimmung von Entfernungen auf Karten . . . 345
Vorrichtung zum Verlangsamen und Anhalten der Bewegung einer Zeigernadel. — Elektrizitätszähler . . . 346
Verfahren und Form zur Herstellung von Gefässen mit kapillarem Ausguss. — Winkeltheiler für technische Zwecke . . . 347
Winkeltheiler für technische Zwecke. — Elektrische Vorrichtung zum Anschlagen von Glocken und Auslösen von Tableauklappen . . . 348
Phonograph mit als Bohrvorrichtung ausgebildetem Schreibwerk. — Vorrichtung zum Messen der Dehnbarkeit und Zerreissfestigkeit. — Einrichtung einer Zentralstation für Telephonanlagen mit Fadenleitung . . . 349
Perspektivlineal . . . 382
Objektivverschluss für photographische Apparate. — Zusammenlegbares Stativ für geometrische und photographische Instrumente. — Lagerung für Elektrizitätszähler mit kreisendem Anker . . . 383
Fahrkarten-Loch- und Stempelzange. — Winkeldrittler. — Elektrizitätsmesser. — Mikrophon 384
Garnnummerzeiger. — Flüssigkeitsmesser. — Mechanischer Fernsprecher. — Vorrichtung zur Untersuchung von Flüssigkeiten . . . 385
Neuerung an Apparaten zum Desinfiziren mittels gesättigten Wasserdampfes von beliebig hoher Temperatur . . . 386
Wasserwaage . . . 417
Elektrische Fernmessvorrichtung. — Zirkel mit Vorrichtung zur Bestimmung von Marschzeiten. — Zirkel mit doppelter Feineinstellung . . . 418
Elektrizitätszähler. — Elektrizitätszähler. — Mikrophon-Kohlenwalze mit Isolirmantel . . . 419
Theaterglas. — Augengläserfassung. — Photographische Kamera mit schwingender Objektivhülse. — Verfahren und Apparat zum Anzeigen und Messen der Phosphoreszenz. — Elektrizitätszähler . . . 420
Pinzette. — Elektrisch betriebenes Vermerk- oder Zählwerk. — Fein-Schneidevorrichtung. — Mikrophon . . . 421
Kneifer mit unbeweglichen Klemmbacken. — Photographische Detektivkamera. — Momentverschluss für photographische Objektive. — Photographische Kamera . . . 422
Vorrichtung zum Einführen der Hörbecher bei Fernsprechern in die Gebrauchsstellung und Ruhelage . . . 452
Selbthätig wirkender Apparat zur Anzeige der An- oder Abwesenheit fremder Gase von anderem spezifischen Gewicht in einem Raume nach Volumenprozenten. — Elektrizitätszähler 453
Elektrizitätszähler. — Neuerung in der Herstellung leitender Ueberzüge auf Nichtleitern für galvanoplastische Zwecke. — Photographischer Apparat für Serienaufnahmen. — Vor-

Seite

richtung zum Aufzeichnen des Laufes eines Schiffes. — Verfahren zum Befestigen (Fassen) von Diamanten in Stahl. — Elektrizitätszähler 454
Photographische Kamera. — Gläserfassung bei Drahtkorb-Schutzbrillen. — Neuerung an Hitzdraht-Spannungsmessern. — Elektrizitätsmesser. — Elektrisches Schaltwerk, insbesondere für Elektrizitätsmesser. — Gasdruckvorrichtung bei elektrolytischen Elektrizitätszählern 455
Elektromagnetische Pendeluhr. — Blechreissfeder. — Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen von elektrischen Strömen. — Apparat zur Bestimmung der Sehschärfe. — Photographischer Apparat. — Entfernungsmesser 456
Verschiebbare Schlauchklemme mit drehbaren Klemmwalzen. — Mikroskop-Beleuchtungsspiegel für auffallendes Licht. — Geschwindigkeitsmesser für Schiffe. — Fernsprecher 457
Phonograph. — Tellurium 458

Für die Werkstatt.

Einfache Zapfenfräsen 40
Die Vorschriften der Feuerversicherungs-Gesellschaft Phönix in London für elektrische Licht- und Kraftanlagen 40
Die Anlagen der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft, ihre Produkte, deren Behandlung und Verwendung 75
Löthkolben mit elektrischer Heizung. — Ein neues Werkzeug für die Drehbank 76
Die Verwendung des elektrischen Lichtbogens zum Schweissen und Löthen. — Neue Metalllegirungen 111
Schleifmaschine für Spiralbohrer 147
Neuer Gasbrenner. — Spannvorrichtung für Keile 148
Verfahren zur Verbindung von Glas und Porzellan mit Metallen durch Löthung 202
Neuer Drehbankmitnehmer 238
Schmelzen von Aluminium und seinen Legirungen 274
Schärfen der Feilen mittels Elektrizität 310
Neue Form von Drehstählen 350
Rohrzange. — Putzmittel 386
Einfache Hobelvorrichtung für Drehbänke 422
Schleifmaschinen für Werkzeuge 458

Berichtigung 76. 148. 350 458

Fragekasten 148. 202

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Januar 1891.** Erstes Heft.

Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50 Grad.

Von
W. Pomplun in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50 Grad geschieht am zweckmässigsten in Dämpfen organischer Flüssigkeiten mit Hilfe von Siedeapparaten, wie solche in *dieser Zeitschrift 1890 S. 26* abgebildet und beschrieben sind. Allein diese Methode ist trotz grosser Vorzüge nicht ganz ohne Mängel. Einmal gestattet die Benutzung von Dämpfen nicht, wie bei Flüssigkeitsbädern, jede beliebige Temperatur herzustellen, sondern ist an bestimmte, feste Temperaturpunkte gebunden, welche unregelmässig zwischen 50 und 300 Grad vertheilt liegen. Sodann haben sich nicht alle hier versuchten Flüssigkeiten gleich gut bewährt. Manche, besonders die aromatischen Verbindungen, erfahren beim Erhitzen unter Einwirkung des heissen Metalles des Siedekessels eine beginnende Zersetzung. Andere, z. B. Terpentin, sind nicht einheitlich zusammengesetzt. Beide Umstände wirken nachtheilig auf die Konstanz der Siedetemperatur. Am günstigsten verhalten sich in dieser Beziehung die Alkohole und Aetherarten. Endlich ist es schwierig, zumal bei Benutzung verschiedener Substanzen nach einander in einem und demselben Siedeapparate, die Verunreinigung der Flüssigkeiten zu verhüten. Dazu kommt noch, dass einige derselben, wie Bromoform und Methylbenzoat, sehr kostspielig sind.

Die Methode der Thermometervergleichung in Dampfbädern ist aber einer wesentlichen Vervollkommnung und Erweiterung fähig dadurch, dass Vorkehrungen getroffen werden, durch Veränderung des Druckes, unter welchem das Sieden erfolgt, eine Erhöhung oder Erniedrigung des Siedepunktes herbeizuführen. Um dieses Verfahren für die Vergleichung von Thermometern in höheren Temperaturen verwerthbar zu machen, wurde von der Reichsanstalt mit dem Mechaniker Herrn R. Fuess in Berlin die Anfertigung eines neuen Siedeapparates vereinbart. Derselbe soll im Folgenden beschrieben, und dabei sollen die Versuche, welche zur Prüfung seiner Brauchbarkeit angestellt worden sind, kurz mitgetheilt werden.

I. Beschreibung des Siedeapparates.

Der neue Siedeapparat, welcher in Figur 1 (a. f. S.) im Durchschnitt dargestellt ist, besteht im Wesentlichen aus einem Siedekessel und einem Luftbehälter, mit welchem ein Gefässbarometer verbunden ist.

Der Siedekessel, aus starkem Nickelblech verfertigt, ist eine Rudberg'sche Siederöhre mit Rückflusskühler. Besondere Rücksicht war bei der Konstruktion derselben auf ihren Verschluss, sowie auf die Befestigung der zu

vergleichenden Thermometer zu nehmen. Beides wird in Figur 2 zur Darstellung gebracht. Auf dem oberen Rande des zylinderförmigen Mantels der Sieteröhre *K* ist der Metallring *a* fest aufgelöthet. Auf demselben ruht ein Gummiring *g* derart, dass er etwas über den inneren Rand des Metallringes *a* hinüberragt. Vermittels der Schrauben *s* wird nun die Stahlplatte *b* fest gegen den Metallring *a* gepresst und auf diese Weise mit Hilfe des dazwischenliegenden Gummiringes *g* der luftdichte Verschluss der Sieteröhre herbeigeführt. In die Platte *b* ist eine Anzahl Löcher gebohrt, welche am oberen Rande konisch erweitert sind, so dass kleine Gummiringe *r* hineinpassen, durch welche die Thermometer gesteckt werden. Ebenso wie in *b* sind in einer darüber liegenden kleineren Stahlplatte *c* eine gleiche Anzahl Löcher angebracht, welche genau auf die Durchbohrungen von *b* passen und am unteren Rande konisch ausgedreht sind. Wird nun vermittels der starken

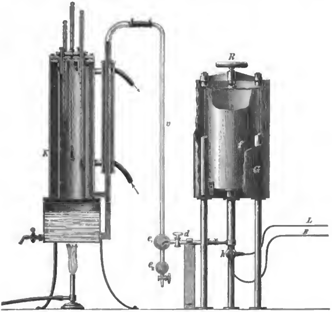


Fig. 1.

Schraube *S* die Deckplatte *c* fest gegen die Platte *b* gedrückt, so bewirken die dadurch zusammengepressten Gummiringe *r* den luftdichten Verschluss der Löcher, sowie die luftdichte Umschliessung der eingeführten Thermometer. Zugleich ist wegen der Elastizität der Gummiringe bei vorsichtigem Anziehen der Schraube *S* ein Zerdrücken der Instrumente nicht leicht zu befürchten. —

Mit Hilfe einer Luftpumpe kann nun aus dem Behälter *f* (Fig. 1) die darin enthaltene Luft bis zu jedem gewünschten Grade verdünnt und, in beschränkterem Maasse, auch verdichtet werden. Geringe Druckänderungen der eingeschlossenen Luft werden dadurch ermöglicht, dass der obere Boden des Behälters *f* aus gewelltem Stahlblech hergestellt ist und vermittels der Radschraube *R* gehoben und gesenkt werden kann. Damit endlich die Luftmasse während der Versuche ihre Temperatur und damit ihre Spannung nicht ändere, ist der Be-

hälter *f* von einem Gefässe *G* umgeben, welches mit Wasser von konstanter Temperatur gefüllt ist; eine Erwärmung desselben von Seiten des Siedekessels wird durch einen dazwischen aufgestellten Schirm aus Asbestpappe verhindert. Die Verbindung zwischen dem Behälter *f* und dem Siedegefässe *K* wird durch das Glasrohr *v* vermittelt. Dasselbe trägt am unteren Ende zwei kugelförmige Erweiterungen e_1 und e_2. In die obere Erweiterung e_1 ragt das seitliche Rohr *d*, welches von *v* nach dem Luftbehälter führt, mit einer kleinen, offenen Spitze hinein, damit die Flüssigkeit, welche bei nicht hinreichender Kühlung etwa überdestilliren sollte, nicht in den Behälter *f* gelangen kann, sondern, um die Spitze des Rohres *d* herumfliessend, sich in der Erweiterung e_2 ansammelt, um dann durch den darunter befindlichen Hahn ausgelassen zu werden.



Fig. 2.

Durch den Dreiwegehahn *h* wird die Verbindung des Luftbehälters einerseits durch das Rohr *L* mit der Luftpumpe, andrerseits durch das Rohr *B* mit dem manometrischen Apparate vermittelt; als solcher dient ein Gefässbarometer, dessen Theilung von 380 bis 820 *mm* reicht, und bei welchem ein Nonius zehntel Millimeter unmittelbar abzulesen ermöglicht.

II. Die Versuche.

Da der im Vorhergehenden beschriebene Siedeapparat zur Thermometervergleichung dienen soll, so kam es zunächst daran an, durch Versuche seine Brauchbarkeit für diesen Zweck zu erproben. Zwei Anforderungen sind an ein Temperaturbad zu stellen, wenn es zur Vergleichung von Thermometern geeignet sein soll:

1. Die Temperatur muss in allen Schichten des Bades dieselbe sein;
2. diese Temperatur muss möglichst konstant bleiben.

Der letzteren Anforderung ist leicht zu genügen, wenn der Apparat luftdicht ist und die Heizung passend geregelt wird. Diese beiden Bedingungen lassen sich am Barometer sicher kontroliren, indem Undichtheit des Apparates ein Steigen, nicht passende Regelung der Heizung ein Schwanken der Barometerangaben zur Folge hat. Um ferner den Apparat daraufhin zu prüfen, ob in allen Schichten des Dampfraumes dieselbe Temperatur herrscht, wurden Thermometer von möglichst verschiedener Länge mit einander verglichen, so dass die Gefässe derselben sich in verschiedenen Höhen des Dampfraumes befanden. Verwendet wurden für Temperaturen unter 100 Grad die Normalthermometer Nr. 244, Nr. 246 und Nr. 270; das erste ist in fünftel, die beiden anderen sind in zehntel Grade getheilt. Wenn diese Instrumente bis zu derselben Skalenstelle in das Temperaturbad eintauchten, betrug die Entfernung zwischen der Gefässmitte von Nr. 246 und derjenigen von Nr. 270 etwa 17,5 *cm*, zwischen den Gefässmitten von Nr. 244 und Nr. 270 etwa 18 *cm*. Ueber 100 Grad wurden die beiden Normalthermometer Nr. 253 und Nr. 254 benutzt, deren Konstruktion in *dieser Zeitschrift 1890 S. 24* mitgetheilt ist. Die Gefässmitten derselben waren 4,5 *cm* von einander entfernt.

Die Angaben der Instrumente wurden in der üblichen Weise verbessert für Kaliber, Gradwerth, Eispunkt bezw. innern Druck. Da es nicht anging, nach jeder einzelnen Versuchsreihe bei einem bestimmten Temperaturgrade die Thermometer zur Ermittlung des Eispunktes aus dem Apparate herauszunehmen, so wurden dieselben vor den Versuchen etwa eine Stunde lang der Temperatur ausgesetzt, mit welcher begonnen werden sollte, und dann wurde der Eispunkt bestimmt. Eine Wiederholung der Eispunktsbestimmung fand erst nach Schluss der gesammten Versuchsreihe statt; für die dazwischen liegenden Temperaturen wurden die Eispunkte aus den beiden beobachteten interpolirt. Die Korrektion für den herausragenden Faden wurde auf gleiche Weise ermittelt, wie in *dieser Zeitschrift 1890 S. 235* angegeben ist; dieselbe hat bei sämmtlichen Versuchen 0,01 Grad nicht überstiegen und kann demnach erhebliche Unsicherheiten nicht veranlasst haben. Besondere Rücksicht war ferner bei diesen Versuchen zu nehmen auf den Einfluss, den der äussere Druck auf die Angaben der Thermometer ausübt. Die Angaben wurden stets auf 760 *mm* äusseren Druck reduzirt vermittels einer Korrektion δ, die sich nach der Formel

$$\delta = \beta\,(760 - B)$$

berechnet, worin B den Druck, welchem das Thermometer ausgesetzt ist, und β die Standänderung des Thermometers für 1 *mm* Druckänderung bedeutet. Der Koeffizient β ist für alle Thermometer auf die bekannte Weise*) ermittelt worden, wobei man folgende Werthe fand:

Thermometer	β in Graden
Nr. 244	0,000 094
Nr. 246	0,000 149
Nr. 270	0,000 154
Nr. 253	0,000 148
Nr. 254	0,000 136

Schliesslich wurden die so korrigirten Angaben der Thermometer vermittels der in *dieser Zeitschrift 1890 S. 244* mitgetheilten Korrektionen auf das Luftthermometer bezogen.

Versuche wurden bisher angestellt mit Methylalkohol, destillirtem Wasser und Amylacetat. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tafeln enthalten. Die Beobachtungen sind sämmtlich mit der Lupe gemacht worden. Die Mehrzahl derselben sind vom Verfasser, mehrere Kontrolablesungen bei der Versuchsreihe mit destillirtem Wasser von Herrn F. Grützmacher ausgeführt worden.

Die in Spalte 3 dieser Tafeln aufgeführten Abweichungen zwischen den Angaben der jedesmaligen beiden Versuchsthermometer, deren Mittel 0,004 Grad nicht übersteigen, liegen vollständig innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler. Diese Uebereinstimmung beweist, dass bei sämmtlichen Flüssigkeiten, welche erprobt worden sind, innerhalb des ganzen Dampfraumes eine einheitliche Temperatur vorhanden war. Der Apparat ist somit zur Vergleichung von Thermometern in hohem Maasse geeignet. Nach den bisherigen Versuchen kann zwischen 50 und 140 Grad jede beliebige Temperatur hergestellt und konstant erhalten werden, wobei nur wenige Flüssigkeiten benutzt zu werden brauchen. Versuche über 140 Grad sollen angestellt werden, sobald ein zweiter, hartgelötheter Siedekessel beschafft sein wird.

*) Siehe *Etudes thermométriques par Guillaume. Trav. et Mém. du Bureau international. V, S. 27.*

A. Versuche mit Methylalkohol:

Korrigirte und auf das Luftthermometer reduzirte Angaben des Thermometers Nr. 246	Nr. 270	Halber Unterschied zwischen beiden Temperaturangaben	Reduzirter Stand des Barometers des Apparates (mm)
1.	2.	3.	4.
48,713°	48,718°	0,003°	387,82
48,695	48,697	0,001	387,27
48,683	48,681	0,001	387,24
50,080	50,083	0,002	411,74
50,025	50,019	0,003	410,56
52,011	52,009	0,001	446,96
54,032	54,025	0,004	487,14
56,066	56,060	0,003	530,70
58,010	58,006	0,002	575,37
F. 244			
60,277	60,295	0,009	630,29
60,260	60,261	0,001	629,83
62,353	62,368	0,008	685,85
64,031	64,041	0,005	732,68
64,904	64,913	0,004	758,34
66,091	66,097	0,003	794,20
	Mittel:	0,0033°	

B. Versuche mit destillirtem Wasser:

Korrigirte und auf das Luftthermometer reduzirte Temperaturangaben des Thermometers Nr. 244:	Nr. 270:	Halber Unterschied zwischen beiden Temperaturangaben:	Spannung in *mm Hg.* beobachtet am Barometer des Apparates	berechnet nach Broch (Siehe S. 6)	Unterschied zwischen beiden Spannungen (Beob.—Ber.)
1.	2.	3.	4.	5.	6.
82,434°	82,435°	0,001°	392,20	391,39	+ 0,81
82,498	82,505	0,004	393,40	392,43	+ 0,97
84,317	84,349	0,001	423,13	422,23	+ 0,90
84,361	84,368	0,004	423,40	422,51	+ 0,89
86,158	86,158	0,000	454,21	453,26	+ 0,95
86,176	86,182	0,003	454,52	453,63	+ 0,89
88,196	88,187	0,005	491,46	490,37	+ 1,09
88,193	88,202	0,005	491,57	490,49	+ 1,08
90,147	90,152	0,003	529,77	528,47	+ 1,30
90,168	90,175	0,004	529,95	528,91	+ 1,04
92,100	92,106	0,003	569,99	568,91	+ 1,08
92,113	92,117	0,002	570,24	569,17	+ 1,07
94,111	94,116	0,003	614,16	613,23	+ 0,93
94,114	94,119	0,003	614,27	613,30	+ 0,97
96,110	96,111	0,001	660,82	660,08	+ 0,74
96,109	96,120	0,006	660,88	660,17	+ 0,71
98,100	98,104	0,002	710,40	709,75	+ 0,65
99,918	99,922	0,002	758,31	757,82	+ 0,49
101,042	101,033	0,005	789,21	758,73	+ 0,48
	Mittel:	0,0030°			

C. Versuche mit Amylacetat:

Korrigirte und auf das Luftthermometer reduzirte Temperaturangaben des Thermometers Nr. 253:	Nr. 254:	Halber Unterschied zwischen beiden Temperaturangaben:	Reduzirter Stand des Barometers des Apparates:
1.	2.	3.	4.
140,401°	140,409°	0,004°	757,33 *mm*
134,071	134,076	0,003	631,35
118,556	118,566	0,005	398,62
118,643	118,642	0,001	399,49
119,167	119,171	0,002	404,55
120,025	120,017	0,004	408,85
125,500	125,512	0,006	485,98
129,711	129,708	0,002	552,39
134,809	134,815	0,003	640,76
140,279	140,284	0,003	748,33
142,567	142,562	0,003	796,67
141,168	141,186	0,009	767,89
	Mittel:	0,0037°	

Zur Kontrole der Versuche mit destillirtem Wasser sind in den Spalten 4, 5 und 6 der Tafel B die am Barometer des Apparates abgelesenen Drucke mit den Dampfspannungen verglichen, welche sich nach den von Broch aus den Regnault'schen Versuchen berechneten Tafeln[1]) für die beobachteten Temperaturen ergeben. Dabei sind die berechneten Werthe durchweg kleiner als die beobachteten, was durch mehrfache Wiederholung der Versuche bestätigt wurde. Diese Abweichungen sind weder auf das Barometer des Apparates zurückzuführen, welches nach Vergleichungen mit dem Normalbarometer der Reichsanstalt innerhalb ± 0,1 *mm* richtig ist, noch sind sie durch etwaige Unsicherheiten der Broch'schen Zahlen zu erklären. Vielmehr ist anzunehmen, dass in dem Apparate nicht maximale Dampfspannungen beobachtet werden, sondern dass durch Beimengung von atmosphärischer Luft die Spannung des Dampfes verringert wird; dies ist schon von Regnault bei seinen Untersuchungen zur Prüfung des Dalton'schen Gesetzes beobachtet und neuerdings[2]) von R. Galitzine ausführlich untersucht worden.

Charlottenburg, im November 1890.

Eine neue Montirung des Milchglasplattenphotometers.

Von
Prof. Dr. **Leonhard Weber** in Kiel.

Die bisherige Konstruktion des von den Herren F. Schmidt & Haensch hergestellten Photometers meiner Angabe war zunächst für folgende Aufgaben berechnet und geeignet: 1) Messung der indizirten Helligkeit, d. h. derjenigen Lichtmenge, welche durch beliebig gegebene Lichtquellen, also auch durch diffuse Belenchtung, auf die Flächeneinheit einer gegebenen Ebene im Raum auffällt.

[1]) *Broch, Trav. et Mém. du Bureau international I. A 33, 1881.* Siehe auch: *Landolt-Boernstein, Phys.-chem. Tabellen, S. 40.*

[2]) *Wiedemann's Annalen* **41**, *S. 588. (1890.)*

2) Messung der Intensität punktförmiger Lichtquellen (Korzon, Gasflammen, Glühlampen u. s. w.), insbesondere Ausführbarkeit dieser Messungen ausserhalb der photometrischen Dunkelkammer an dem Aufstellungsorte der Lampen selbst, und Möglichkeit, die Lichtstrahlung einer Lampe nach verschiedenen Richtungen zu messen. 3) Messung von Flächenhelligkeiten (Helligkeit des Himmels, der Wolken u. s. w.) und hierdurch Möglichkeit einer Albedobestimmung gegebener Körper. 4) Bestimmung der auf Sehschärfe bezogenen Aequivalenz von Normalkerzenlicht und dem Lichte anders gefärbter Lichtquellen.

Für diese Anfgaben, welche von andern Photometern zum Theil überhaupt nicht, zum Theil mit keinem wesentlich höheren Grade der Genauigkeit zu bewältigen waren, hat sich die bisherige Konstruktion als ausreichend bequem und empfindlich erwiesen. Nur die unter 3) genannte Aufgabe litt unter einer gewissen Beschränkung. Wenn nämlich die zu messenden hellen Flächen nur eine kleine Ausdehnung hatten, d. h. nur unter kleinem, wenige Grade betragenden Gesichtswinkel sichtbar waren, so war die Messung auf solche Fälle beschränkt, in denen die absoluten Werthe der Helligkeit eine gewisse Grenze nicht überschritten. Im Uebrigen lag für eine abgeänderte Montirung kein Grund vor, und ich habe z. B. auch die regelmässigen bis jetzt fortlaufenden Tageslicht- und Zenithmessungen auf dem physikalischen Institut in Kiel vor einem Jahre mit einem Instrumente der ursprünglichen Konstruktion begonnen, obwohl schon damals die neue Montirung fertig gestellt war, welche im Folgenden beschrieben werden soll.

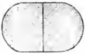


Fig. 1.

Diese neue Montirung wurde veranlasst durch die Erfindung des Lummer-Brodhun'schen Prismas, jener sinnreichen Vorrichtung, durch welche es gelang, eine der ursprünglichen Bunsen'schen Methode des Fettflecks prinzipiell anhaftende Quelle der Unempfindlichkeit[1]) zu beseitigen. In dieses ingeniöse Prisma treten nun die zu vergleichenden Lichtstrahlen unter einem rechten Winkel zu einander ein, und es musste daher erst ein weiterer Mechanismus ersonnen werden, durch den es möglich ward, das Prisma der gebräuchlichen Photometerbank anzupassen, auf welcher ja die beiden zu vergleichenden Lichtstrahlen unter 180 Grad gegen einander laufen. Viel organischer und ohne jede weitere Hilfsvorrichtung fügte sich das genannte Prisma dem Milchglasplattenphotometer ein, wo es an die Stelle des Reflexionsprismas in der Mitte des drehbaren Tubus *B* (*P* in Fig. 3 a. S. 9) zu treten hatte. Die Herren Fr. Schmidt & Haensch fertigten auch schon im Anfange des Jahres 1889 ein mit diesem Prisma montirtes Instrument an. Die Handhabung des Instrumentes wird hierdurch mit Ausnahme einer die obige Aufgabe 4) betreffenden Messung nicht geändert. Man hat an Stelle des früheren Gesichtsfeldes von der Form der Fig. 1 jetzt ein solches von der Form der Fig. 2. Während früher so eingestellt wurde, dass kein Helligkeitsunterschied zwischen rechts und links stattfand, stellt man jetzt auf gleiche Helligkeit des zentralen und peripheren Feldes ein.

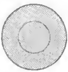


Fig. 2.

Es war nun von vornherein anzunehmen, dass durch die Einfügung des neuen Prismas die Empfindlichkeit der Einstellung erhöht würde, denn es musste nach den Erfahrungen und der theoretischen Analyse des Bunsen'schen Photometers

[1]) Siehe *Wied. Ann.* **31.** *S. 676. (1887.)*

vermuthet werden, dass die Helligkeitsvergleichung zweier Felder, von denen eins das andere ganz umschliesst, genauer als für zwei nebeneinanderliegende Felder ausfallen würde. Ferner zeigten die Versuche, dass das Auftreten einer dunklen Grenzlinie zwischen den beiden Feldern bei dem neuen Prisma in noch vollkommenerer Weise beseitigt werden konnte, als dies bei den sorgfältig justirten Instrumenten der ursprünglichen Konstruktion bereits der Fall war. Nun muss ich allerdings bekennen, dass ich weder an meinen Beobachtungen, noch auch an denen einiger mit mir arbeitenden und im Photometriren sehr geübten Herren diese erwartete Empfindlichkeit habe nachweisen können. Immerhin hatte die Einfügung des neuen Prismas den Vortheil, dass für weniger geübte Augen die Einstellung eine leichtere zu sein schien, und sie hatte auch die weitere Annehmlichkeit, dass der mechanische Theil des drehbaren Tubus nun ein symmetrischer werden konnte. Den grössten Vortheil sah ich in dem Umstande, dass es jetzt möglich sein würde, noch andere optische Zusatztheile hinzuzufügen, welche zu einer Erweiterung der von dem Instrumente zu lösenden photometrischen Aufgaben überhaupt hinführten.

Diese Zusatztheile bestanden zunächst in zwei Nikols *a* und *b*, durch welche eine messbare Helligkeitsänderung des zentralen Theiles des Gesichtsfeldes bewirkt wird. Die Verwendung von Nikols zu solchem Zweck ist im Allgemeinen eine beschränkte. Denn abgesehen davon, dass alle solche Lichtarten von der Messung auszuschliessen sind, welche nicht frei von Polarisation sind, oder deren partielle Polarisation nicht durch eine besondere Voruntersuchung bestimmt ist, lassen sich Nikols auch nur dann zu photometrischen Zwecken benutzen, wenn der Gesichtsfeldwinkel ein so kleiner ist, dass die diffuse Reflexion an den inneren Seitenwänden des Nikols kein Licht ins Auge fallen lässt. Deshalb hatte ich es auch bisher vorgezogen (durch Verschiebung der runden Milchglasscheibe *s* im Tubus *A*), das Einstellungsmaass lediglich auf das Entfernungsgesetz zu begründen und das im Photometer vorhandene beschränkte Intervall der absoluten Werthe durch stufenweise Einschaltung von Milchgläsern in den vorderen Kasten von *B* zu erweitern. Da nun aber das neue Prisma in seinem zentralen Theile ein Gesichtsfeld von ziemlich kleinem Winkel darbot, so wurde aufs Neue die Anwendung von Nikols nahe gelegt. Am bequemsten wäre es nun gewesen, das eine Nikol vor das Reflexionsprisma und das andere unmittelbar vor das Auge zu legen. Dabei wären dann aber auch die peripheren Strahlen des Gesichtsfeldes durch das Okularnikol gegangen, so dass schon bereits die an der Hypotenusenfläche des Prismas eintretende Polarisation in unbequemer Weise auf die Rechnungsformeln eingewirkt hätte und es wären auch nicht alle der weiter unten zu beschreibenden Messungen möglich gewesen. So ermöglichten es die Herren Schmidt & Hänsch, beide Nikols vor (vom Auge aus gerechnet hinter) das Reflexionsprisma zu setzen und beiden eine Kreistheilung am vorderen Ende des drehbaren Tubus zu geben.

Diese Montirung ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Mittels derselben lassen sich zunächst alle im Obigen genannten Aufgaben unter Anwendung analoger Rechnungsformeln wie bisher behandeln. Benutzt man nämlich zur Herstellung gleicher Helligkeit im zentralen und peripheren Felde die Verschiebung der runden Milchglasscheibe im festen Tubus, so sind jetzt an Stelle der bisherigen additiven Milchgläser *m* stufenweise Veränderungen in der Nikolstellung vorzunehmen, wobei dann jeder bestimmten Stellung der Nikols eine Konstante zukommt, welche entweder in der bisherigen Weise bestimmt, oder in diesem Falle auch berechnet

werden kann. Will man aber, und das ist in der That nun das Bequemere, die Einstellung durch Drehen des Nikols b machen, so bringt man die runde Milchglasscheibe *s* auf eine bestimmte konstante Entfernung, ermittelt in bisheriger Weise für die Parallelstellung der Nikols, ($\alpha = o$ und $\beta = \mp 90$; oder $\beta = o$ und $\alpha = \mp 90$) die Konstante *c* und rechnet nun unter Anwendung des Kosinus-Quadrat-Gesetzes nach der Formel $c/r^2 \sin^2(\alpha - \beta)$, worin *r* jetzt gleich der willkürlich gewählten konstanten Entfernung der runden Milchglasscheibe *s* ist. Bei diesem Verfahren würde dann also die Längentheilung auf dem ersten Tubus überflüssig sein. Ein wesentlicher Vortheil wird hierbei bezüglich der oben genannten Aufgaben 1), 2) und 4) nicht eintreten. Dagegen fällt die für die Aufgabe 3) oben angegebene Einschränkung jetzt fort. Wenn nämlich mit der bisherigen Montirung sehr intensive Flächenhelligkeiten, wie z. B. weisse Wolken, gemessen werden sollten, so mussten vorn in den drehbaren Tubus *B* ein oder mehrere Milchgläser *m* geschoben werden und, damit auf diese Gläser nicht auch Licht von anderen als den zu messenden Flächenstücken falle, musste des Weiteren ein Abblendungsrohr *R* davor gesetzt werden, dessen Oeffnung auf die Grösse der bezüglichen Konstanten von wesentlichem Einfluss war. Hatte nun auch die Bestimmung dieses konstanten Einflusses keine ernstlichen Schwierigkeiten, so war doch durch den Abblendungstubus ein ziemlich bedeutender Gesichtswinkel bedingt, welchen die zu messende Fläche vollständig und homogen ausfüllen musste. Die Messung von sehr kleinen und sehr hellen Flächenstücken war also nicht möglich. Diese kann nun aber durch Benutzung der beiden Nikols auch bei beliebig grossen Helligkeiten und bis zu einem Gesichtswinkel von etwa 2 Grad herunter vorgenommen werden, da nun für diesen Zweck überhaupt keine Milchgläser vor die Nikols geschoben zu werden brauchen und auch kein Abblendungstubus mehr nöthig ist. Das in Fig. 3 skizzirte Milchglas *m* im Tubus *B* ist jetzt nur noch für die Messung von Flammen sowie für indizirte Helligkeit erforderlich.

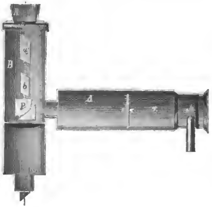


Fig. 3.

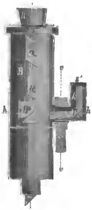


Fig. 4.

Die Einfügung der Nikols gestattet indessen noch Aufgaben wesentlich anderer Art in Angriff zu nehmen. Da nämlich zunächst sowohl in dem drehbaren Tubus *B* als auch in dem festen *A* eine messbare Abdunkelung bezw. des zentralen oder peripheren Gesichtsfeldes möglich ist, so kann man offenbar die beiden verschiedenen, diesen Intensitätsänderungen zu Grunde liegenden Gesetze, das Kosinus-Quadrat-Gesetz und das Entfernungsgesetz, jedes durch das andere prüfen und bestätigen. Ist hiermit auch kein weiterer Nutzen für die photometrische Praxis verbunden, so ist eine solche

Untersuchung doch als Uebungsaufgabe etwa im physikalischen Praktikum sehr nützlich.

Mit der neuen Montirung lässt sich nun aber des Weiteren auch eine Intensitätsuntersuchung des partiell polarisirten Lichtes z. B. des Himmelslichtes vornehmen. Bekanntlich kann man sich das von einer hellen Fläche, z. B. dem Himmel, ausgehende partiell polarisirte Licht immer ersetzt denken durch eine gewisse Lichtmenge, welche nach einer bestimmten Richtung vollständig polarisirt ist und eine zweite Lichtmenge, welche nach der auf der vorigen senkrechten Richtung vollständig polarisirt ist. Diese beiden Richtungen sind die Hauptschwingungsrichtungen des partiell polarisirten Lichtes. Alle Eigenschaften desselben finden daher ihren erschöpfenden geometrischen Ausdruck durch zwei aufeinander senkrechte, ein Kreuz bildende Linien, deren ungleiche Länge der Schwingungsweite der genannten beiden Strahlenarten gleich gemacht wird. Die messende Untersuchung des partiell polarisirten Lichtes besteht demnach darin und nur darin, a) die Richtung einer dieser beiden senkrechten Linien und b) das Längenverhältniss beider festzustellen oder richtiger das Verhältniss der Quadrate dieser Längen. Denn die Lichtintensitäten sind den Quadraten der Schwingungsweite proportional.

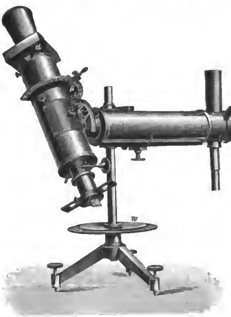


Fig. 5.

Zur Lösung der Aufgabe a) entfernt man durch leichten Handgriff das vordere Nikol *a* vollständig, so dass in dem drehbaren Tubus *B* ausser dem Lummer-Brodhun'schen Prisma *P* nur das hintere Nikol *b* bleibt. Richtet man nun diesen Tubus auf die zu untersuchende helle Fläche, z. B. auf eine Stelle des blauen Himmels, und dreht man das Nikol *b* herum, so würde die Helligkeit des zentralen Gesichtsfeldes völlig ungeändert bleiben, falls das Licht gewöhnliches, nicht polarisirtes wäre. Im andern Falle ändert sich aber die Helligkeit und nimmt bei einer vollständigen Umdrehung des Nikols zweimal ein Maximum und zweimal ein Minimum an. Diese vier genau um 90 Grad verschiedenen Stellungen fallen nun offenbar mit den beiden Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes zusammen und es genügt, zu deren Ermittlung eine dieser Richtungen zu bestimmen. Hierzu ist Folgendes zu überlegen. Greift man irgend eine zwischen dem Maximum und Minimum gelegene Helligkeitsstufe heraus, so wird sich diese selbe Helligkeit bei einer vollständigen Umdrehung des Nikols offenbar viermal wiederholen und zwar sind die hierzu erforderlichen vier Einstellungen des Nikols symmetrisch zu den Hauptrichtungen gelegen. Wenn es daher gelingt, zwei

Stellungen des Nikols *b* aufzusuchen, bei denen die Helligkeit des zentralen Gesichtsfeldes die gleiche ist, so muss die Halbirungslinie der beiden Stellungen oder das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen eine der gesuchten Hauptrichtungen ergeben. Für die experimentelle Ausführung dieser Ueberlegung kommt es daher nur darauf an, dem peripheren Gesichtsfelde eine konstante Vergleichshelligkeit zu geben und zwar innerhalb der durch Maximum und Minimum des zentralen Gesichtsfeldes gegebenen Helligkeitsgrenzen. Die Aufsuchung zweier Einstellungen, bei denen Helligkeitsgleichheit im ganzen Gesichtsfeld ist, giebt alsdann durch das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen die eine Hauptrichtung. Da in zwei aneinanderliegenden Quadranten immer wenigstens ein paar solcher Einstellungen möglich ist, so genügte es, den Theilkreis des Nikols auf 180 und einige überzählige Grade auf beiden Seiten zu beschränken.



Fig. 6.

Was nun weiter die Herstellung einer solchen konstanten Vergleichshelligkeit im peripheren Theil des Gesichtsfeldes betrifft, so würde es unbequem und bei Untersuchung sehr heller Flächen unmöglich sein, hierzu die Helligkeit der runden Milchglasscheibe *s* im festen Tubus *A* des Photometers zu benutzen. Sehr viel zweckmässiger und zugleich vollkommener lässt sich aber eine solche Vergleichshelligkeit auf folgendem Wege herstellen. Man entfernt den festen Tubus des Photometers vollständig und montirt den drehbaren Tubus auf einem besonderen Stativ *S*, welches den in den festen Tubus bisher eingreifenden Rohrstutzen mit einem Ringe umfasst. In diesen Stutzen wird alsdann ein Knierohr *k* gesetzt, in dessen Knie ein Reflexionsprisma *p* angebracht ist. Durch passende Justirung des letzteren erreicht man es leicht, dass man im zentralen und peripheren Gesichtsfelde genau die gleiche Stelle der zu untersuchenden Fläche anvisirt. Bei dieser in Fig. 4 dargestellten Montirung hat man zunächst im peripheren Gesichtsfelde bei allen Stellungen des Nikols *b* grössere Helligkeit als im zentralen. Die Helligkeit würde genau doppelt so gross sein, falls das zu untersuchende Licht unpolarisirt wäre und man würde in diesem Falle bei allen Stellungen des Nikols *b* immer den peripheren Theil doppelt so hell sehen wie den zentralen. Schaltet man demnach vor das Knierohr oder in demselben zwischen den Reflexionsprismen ein Rauchglas *s'* ein, welches genau die Hälfte des Lichtes absorbirt, so hat man Helligkeitsgleichheit bei allen Stellungen des Nikols *b*, so lange man den Apparat auf eine Fläche von gewöhnlichem Licht richtet. Ist dagegen dieses Licht partiell polarisirt, so wird in der einen Hauptrichtung der zentrale Fleck hell auf dunklem

Grunde und in der andern dunkel auf hellem Grunde erscheinen müssen. Zwischen beiden Stellungen giebt es daher in jedem Falle eine Verschwindungsstelle des Fleckes und innerhalb des Intervalles der zur Verfügung stehenden 180 Grad findet man stets zwei solcher Verschwindungspunkte, die sich mit der ganzen Schärfe dieser photometrischen Methode aufsuchen lassen. Will man die Polarisationsrichtung für verschiedene Spektralbezirke aufsuchen, so können im Okulartheile des Instrumentes die bisherigen farbigen Gläser oder auch ein Spektralrohr vorgeschaltet werden. Bei der Anwendung des letzteren sieht man drei vertikale Spektren neben einander, von denen durch horizontalen Okularspalt einzelne Spektralbezirke herausgeblendet werden.

Die Aufsuchung der Polarisations richtung lässt sich also mit der beschriebenen Montirung sehr bequem und genau bewirken. Um nun diese Richtung an der beobachteten Fläche, z. B. dem blauen Himmel, festzulegen, nimmt man die Montirung auf einem Stative, ähnlich dem eines Theodoliten, vor, an dem die zentrale Sehrichtung des drehbaren Tubus nach Azimuth (Drehung um die Axe *vv*) und Höhe (Drehung um die Axe *hh*) abgelesen wird und wobei durch eine besondere Voruntersuchung festgestellt wird, ob bei genau vertikaler Drehungsaxe des Theoliten die Polarisationsrichtung des Nikols in seiner Nullstellung genau in senkrechter Ebene liegt. In diesem Falle wird man beispielsweise bei normalem blauen Himmel und bei einem um 180 Grad von der Sonne entfernten Azimut die Einstellungen symmetrisch zur Nulllage haben. Rückwärts kann man aus der Aufsuchung desjenigen Azimuths, bei dem diese Symmetrie eintritt, am Nordhimmel den durch die Sonne gelegten grössten Kreis ermitteln. Ein Fortschreiten der Sonne um zwei Zeitminuten genügt bereits, die Symmetrie der Ablesungen merklich zu stören.

Dass das Instrument in dieser Montirung zugleich ein Polariskop ist, geht aus dem Gesagten unmittelbar hervor. In dieser Beziehung wird es freilich an Empfindlichkeit von andern Methoden übertroffen.

Nachdem mittels des Nikols *b* die Hauptrichtungen des partiell polarisirten Lichtes gefunden sind, ist es weiterhin nun leicht möglich, die Grösse der partiellen Polarisation zu messen, d. h. das Intensitätsverhältniss jener beiden nach den Hauptrichtungen vollständig polarisirten Strahlen, durch welche man sich in allen Fällen das gegebene Licht ersetzt denken kann. Zu diesem Zwecke setzt man das vordere Nikol *a* wieder ein. Nehmen wir zuvörderst einmal an, dass beide Nikols durch gleichzeitige Drehung in parallelen Polarisationsrichtungen gehalten würden und lassen wir diese mit den zuvor ermittelten Hauptrichtungen zusammenfallen, so würde in der einen Hauptrichtung wieder die Helligkeit im zentralen Gesichtsfelde ein Maximum und in der um 90 Grad verschiedenen zweiten Hauptrichtung ein Minimum sein. Dieses Minimum würde alsdann dunkler sein als die Helligkeit im peripheren Gesichtsfeld. Während man nun im ersten Falle (wenn also das Nikol *a* in die erste Hauptrichtung gestellt ist) durch alleiniges weiteres Drehen des Nikols *b* den hellen zentralen Fleck zum Verschwinden d. h. auf gleiche Helligkeit mit dem peripheren Gesichtsfelde bringen kann, so wird dies bei der zweiten Stellung des Nikols *a* nicht mehr möglich sein, da schon bei Parallelstellung der Nikols der Fleck dunkel auf hellem Grunde ist und bei alleinigem weiteren Drehen von *b* noch dunkler werden würde. Eine Intensitätsvergleichung aus der Differenz der Winkelablesungen beider Nikols wäre also nicht ausführbar. Dies ermöglicht man nun aber sehr einfach, indem man

in den Gang der durch das Kniestück eintretenden Strahlen ein zweites Rauchglas von willkürlicher Dichte einsetzt, welches aber wenigstens so dunkel ist, dass bei Parallelstellung der Nikols in jeder Lage der Fleck heller ist als seine Umgebung.

Hat man demnach ein solches zweites Rauchglas vor das Kniestück geschoben, so ist das Messungsverfahren das folgende: Man stellt das Nikol *a* mit seiner Polarisationsebene in die erste der vorhin ermittelten Hauptrichtungen. Diese Ablesung am Theilkreise α (Fig. 3 und 4) sei α_1; alsdann dreht man Nikol *b* bis zum Verschwinden des Fleckes. Solcher Stellungen werden stets zwei vorhanden sein. Die bezüglichen Ablesungen am Theilkreise β (Fig. 3 u. 4) seien β_1' und β_1''. Wegen der bei beiden Nikols nur möglichen Drehung um 180 Grad findet man β_1'' und β' entweder zu beiden Seiten von α_1 oder auf einer Seite. In jedem Falle aber hat $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1')$ denselben Werth mit $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1'')$. Man nimmt aus beiden Einstellungen den Mittelwerth $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1)$. Nun wird Nikol *a* um 90 Grad gedreht in die Lage α_2. Man findet wieder zwei Einstellungen β_2' und β_2'' bei denen der Fleck verschwindet, berechnet aus β_2' und $180° - \beta_2''$ das Mittel β_2 und bildet $\sin^2(\alpha_2 - \beta_2)$. Das gesuchte Intensitätsverhältniss des partiell polarisirten Lichtes ergiebt sich alsdann durch den Quotienten $\sin^2(\alpha_1 - \beta_1)/\sin^2(\alpha_2 - \beta_2)$.

Man hat auch bei dieser Messung keine Schwierigkeit bei der Einstellung wegen verschiedener Färbung der beiden Theile des Gesichtsfeldes, wenn man nur dafür sorgt, dass die beiden Rauchgläser völlig farblos sind. Will man die Messung für einzelne Spektralbezirke ausführen, so sind wieder farbige Gläser oder das Spektralrohr ins Okular einzusetzen.

Schliesslich lässt sich mittels der in Fig. 4 dargestellten Montirung auch noch die Aufgabe lösen, die relative Vertheilung der Helligkeit am Himmelsgewölbe zu messen. Zu diesem Zwecke wählt man als Einheit die Helligkeit des Zeniths. Das Kniestück *k* wird so gedreht, dass die Sehrichtung des peripheren Gesichtsfeldes ins Zenith fällt. Der Tubus *B* lässt sich dann auf jede gewünschte andere Stelle des Himmels richten. Man stellt Nikol *a* so ein, dass $\alpha = o$ wird und dreht *b* bis zum Verschwinden des Fleckes. Hierdurch gewinnt man (auch wieder in doppelter Ablesung) β_1. Nun wird $\alpha = 90°$ gemacht und abermals eingestellt. Dies giebt β_2. Dann ergiebt sich als relatives Maass der Helligkeit der untersuchten Stelle des Himmels: $1/\sin_2\beta_1 + 1/\cos_2\beta_2$.

Die Fig. 5 und 6 (a. S. 11 u. 12) geben perspektivische Ansichten des fertig montirten Instrumentes, wie es den durch die Figuren 3 und 4 skizzirten inneren Anordnungen entspricht. Hierin ist *Z* der am Stative befestigte Vertikalkreis, an welchem die Höhe der untersuchten Himmelsstelle über dem Horizont abgelesen wird und es ist mit *w* der Horizontalkreis des Theodoliten bezeichnet, an welchem das Azimuth abgelesen wird.

Ich glaube hiermit gezeigt zu haben, dass das Milchglasplattenphotometer durch Hinzufügung der beschriebenen leicht einsetzbaren und auch wieder zu beseitigenden Nikols für alle photometrischen Aufgaben sowohl der Beleuchtungstechnik als auch der bisher so wenig beachteten und doch meteorologisch so wichtigen Photometrie des Himmels geeignet ist.

Ueber die Verwendung des einfachen Wolkenspiegels zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit der Wolken.

Von
Dr. A. Sprung in Berlin.

Das unter Herrn Prof. v. Bezold's Leitung stehende Königl. Preussische Meteorologische Institut liefert seinen Beobachtern den einfachen Wolkenspiegel, dessen eine Seite in Fig. 1 in halber Grösse abgebildet ist.[1]) Die in der Figur weissen Linien und Buchstaben sind in Wirklichkeit roth und heben sich vom schwarzen Grunde deutlich ab. Im Allgemeinen wird man sich dieses dunklen Spiegels bedienen; bei sehr schwach beleuchteten Wolken, aber auch überhaupt dann, wenn die Beobachtung nicht vom Fenster aus, sondern ganz im Freien geschieht, dürfte sich die Verwendung des hellen gewöhnlichen Spiegels auf der anderen Seite des Apparates empfehlen. Beide Spiegel werden durch einen kapselartigen Rand zusammengehalten. — Für den Transport in der Tasche, sowie auch für die Aufbewahrung im Hause empfiehlt es sich, von einem beigegebenen Metallfutteral Gebrauch zu machen; bei der Beobachtung ist letzteres indessen zu entfernen. Gerade mit Rücksicht auf die Transportfähigkeit, und allgemeinere Einführung, zugleich aber auch behufs bedeutender Verringerung des Preises, ist das Finemann'sche Nephoskop



Fig. 1.

(man vergl. *diese Zeitschr. 1886. S. 206 u. 319*) auf den vorliegenden einfachen Wolkenspiegel reduzirt worden. Die Beobachtung wurde dadurch allerdings ein wenig mühsamer gemacht; gewisse Vortheile (wie z. B. geringere Zeitdauer der Beobachtung, deutlichere Spiegelung) gleichen indessen jenen Nachtheil wieder aus. Es kommt besonders auf Folgendes an: Während einer Beobachtung muss die Lage des Auges unverändert beibehalten werden.[2]) Man wird also etwa den Kopf mit beiden Händen fest aufstützen. Natürlich muss der Spiegel auf einer thunlichst horizontalen Unterlage (Tischplatte) ruhen, und mit Hilfe irgend eines kleinen Kompasses oder vermöge einer festen Meridian-Linse geographisch richtig

[1]) Man vergleiche hierüber auch die vor etwa zwei Jahren erschienene Instruktion des Institutes S. 70.

[2]) Herr Finemann scheint für sein Instrument dieselben Vorschriften zu geben, indem er sagt (S. 207 Zeile 17 von oben): „Hält man dann das Auge unbeweglich in der Visirlinie von der Spitze des senkrechten Visirstabes nach der Mitte des Spiegels, so sieht man das Bild der Wolke vom Mittelpunkte nach dem Rande des Spiegels ziehen.“ Wo diese Vorschrift gegeben wird, ist allerdings zunächst nur von der Richtung des Wolkenzuges die Rede, aber es wird bei der sich sogleich anschliessenden Besprechung der relativen Geschwindigkeit nicht hervorgehoben, dass man dabei anders verfahren muss: Man darf dabei nämlich das Auge nicht an derselben Stelle lassen, sondern muss es derartig verschieben, dass das Auge, die Spitze des Visirstabes und das Wolkenbildchen in einer geraden Linie bleiben.

Wenn letzteres geschieht, so ist es gerade so, als ob das Auge an der Spitze des Visirstabes unbeweglich wäre; die Höhe h des Auges über der Spiegelebene (Gl. 1) ist alsdann mit der Länge des Visirstabes über der Spiegelebene identisch. Visirt man aber, wie gewöhnlich, aus einer grösseren Höhe und hält dabei nach der obigen Finemann'schen Vorschrift das Auge fest, so ist eben für h diese grössere Höhe einzuführen; nimmt man die wesentlich kleinere des Visirstabes, so erhält man viel zu grosse Werthe für die Winkelgeschwindigkeit v.

(Während dieser Artikel gedruckt wird, kommt mir die Beschreibung des Marine-Nephoskops in dem *Bolletino mensuale dell' Osservatorio centrale in Moncalieri, Octobre 1890*, zu Gesicht; hier drückt sich Herr Finemann viel bestimmter aus, und zwar anscheinend in voller Uebereinstimmung mit der von uns soeben erörterten Anschauung.)

orientirt sein. Handelt es sich nur um die Richtung des Wolkenzuges, so hat man nur nöthig, seinem Auge eine solche Lage zu geben, dass man innerhalb des zentralen kleinen Kreises irgend ein charakteristisch geformtes Wolkentheilchen gespiegelt sieht, und nun bei unveränderter Lage des Auges beobachtet, nach welcher Richtung sich das Wolkenbildchen auf dem Spiegel von dessen Mittelpunkte entfernt. (Geschieht letzteres z. B. nach *ENE*, so ist *WSW* als Wolkenzug zu notiren.)

Soll aber ausserdem die Winkelgeschwindigkeit v ermittelt werden, so ist noch Folgendes zu bestimmen:

I. Die Zeit t in Sekunden, deren das Wolkenbildchen bedarf, um von der Mitte (beziehungsweise von dem kleinsten Kreise) nach dem grösseren Kreise zu gelangen. Der Abstand beider Kreise sei mit w bezeichnet.

II. Die Höhe h, in welcher sich das Auge während der Beobachtung über der Spiegelebene (oder der Tischebene) befand.

Alsdann ergiebt sich die Winkelgeschwindigkeit aus der Formel:

$$1)\quad v = \frac{w}{ht}$$

Es ist gleichgiltig, in welchem Maasse w und h angegeben sind, nur muss es das gleiche sein. Die Winkelgeschwindigkeit ist eben eine unbenannte Zahl, nämlich das Verhältniss des Kreisbogens zum Radius, welches die Grösse des betreffenden Winkels charakterisirt.

Die Ableitung dieser Formel soll unten in Kürze mitgetheilt werden; zunächst beschäftigen wir uns noch ein wenig mit der Ausführung der Beobachtung selbst:

Zu I. Am bequemsten ist eine Uhr mit deutlich hörbarem Sekundenschlag; der Maelzel'sche Metronom kann recht gut die Stelle einer solchen vertreten. Taschenuhren mit ganzer hörbarer Sekunde sind ein wenig aus der Mode gekommen, dafür findet man die sogenannten Chronographen mit langem Fünftelsekundenzeiger, der arretirbar ist und auf 60 zurückgeführt werden kann, im Handel stärker vertreten. Aber auch diese eignen sich zur Beobachtung von t sehr gut, indem man auch hier nicht nöthig hat, auf den Zeiger zu blicken.

Zu II. Man vergesse ja nicht, unmittelbar nach der Zeitbeobachtung die Höhe h des Auges über der Spiegelebene festzustellen, was am besten mit Hilfe eines kleinen Lothes geschieht, dessen Faden man durch die an das Beobachtungsauge gehaltenen Finger schlüpfen lässt, bis das Loth auf die mit der Spiegelebene ja fast vollkommen übereinstimmende horizontale Tischebene aufstösst. Hierauf kann das betreffende Stück des Lothes in Bequemlichkeit gemessen werden (in Zentimetern, wenn w in Zentimetern angegeben ist; bei den Wolkenspiegeln des Meteorologischen Institutes hat w eine Länge von 2 *cm*).

Wir geben für die Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit folgendes Beispiel.

Am 26. September 1888 um 1 Uhr wurden zu Berlin bei östlichem Wolkenzug die folgenden, unter t und h verzeichneten Beobachtungen angestellt:

	t	h	ht		t	h	ht
1) nahe dem Zenith:	33	25	759	2) in etwa 45° Höhe:	26	26	676
	24	30	720		25	23	575
	15	36	540		44	16	704
	30	20	600		37	18	666
	22	33	726		22	30	660
		Summa:	3345			Summa:	3281
		Mittel:	669			Mittel:	656

Insofern für alle beobachteten Wolkentheilchen dieselbe Geschwindigkeit und Höhe vorausgesetzt werden konnte, hätten alle einzelnen Beobachtungen denselben Werth des Produktes ht ergeben sollen. Die Genauigkeit der einzelnen Beobachtung ist indessen bei der Unsicherheit der Wolkenumrisse und den kleinen Dimensionen des Spiegels nicht sehr gross, und deshalb empfiehlt es sich, die Beobachtung einige Male zu wiederholen. Wie man sieht, stimmen die Mittelwerthe aus den beiden Reihen schon ganz gut mit einander überein, obwohl sie sich auf wesentlich verschiedene Wolkentheile bezogen. Das Gesammtmittel 663 des Produktes liefert mit $w = 2$ (*cm*) den Werth:

$$v = 0{,}00302.$$

Was ist nun aber mit der Beobachtung der Winkelgeschwindigkeit v der Wolke gewonnen?

Man denke sich um einen Punkt α (Fig. 2) der Erdoberfläche, genau unter der betreffenden Wolke, mit der Wolkenhöhe H als Radius eine Kugelhülle beschrieben. Der Weg des Wolkentheilchens in einer Sekunde ist die lineare Geschwindigkeit V der Wolke; dieser Weg kann als in der Kugeloberfläche liegend, d. h. als ein Stück eines Kreises vom Radius H betrachtet werden. Das Verhältniss des Kreisbogens V zum Radius H ist die Winkelgeschwindigkeit v der Wolke; diese Beziehung ist gleichwerthig mit

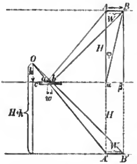


Fig. 2.

$$2)\quad V = v\,H \quad \text{oder:} \quad H = \frac{V}{v},$$

wobei wieder V und H in beliebigem, aber gleichem Maasse anzugeben sind.

Zuweilen bietet sich ohne Weiteres die Gelegenheit dar, die wirkliche Geschwindigkeit V der Wolke festzustellen, nämlich mit Hilfe des Wolkenschattens. Es mögen z. B. zwei von einander um ½ bis 1 *km* entfernte Gebäude so gelegen sein, dass der Schatten einer Wolke erst das eine Gebäude trifft und dann das andere, so ist nichts weiter nöthig, als durch mehrfache Versuche (die untereinander gut übereinstimmen müssen) die Zeitdauer der Wanderung des Wolkenschattens von einem Gebäude zum anderen festzustellen; die Entfernung beider Gebäude von einander, dividirt durch die beobachtete Zahl von Sekunden, liefert eben die Geschwindigkeit des Wolkenschattens, welche mit derjenigen der Wolke V nahezu identisch ist.

Hat man nun gleichzeitig mit Hilfe des Wolkenspiegels die Winkelgeschwindigkeit v bestimmt, so ergiebt sich aus 2) unmittelbar die wahre Höhe H der Wolke.

Umgekehrt ist man nicht selten in der Lage, aus dem Aussehen der Wolke auf die Höhe H derselben zu schliessen. Hierin hat es ganz besonders Herr Dr. Vettin zu einer grossen Fertigkeit gebracht.

Die von ihm für die verschiedenen Wolkenformen festgestellten mittleren Höhen sind etwa folgende[1]):

Unteres Gewölk . . .	500 Meter
„Wolken“	1200 „

[1]) F. Vettin: „Die Luftströmungen über Berlin, dargestellt nach den Ergebnissen dreijähriger in fortlaufender Reihe fortgesetzter Wolken- und Windmessungen.“ *Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie XVII. S. 267 (1882).*

„Wölkchen“	2300	Meter
Unterer Zirrus	4000	„
Oberer Zirrus	7000	„

Auch Ekholm und Hagström erklären auf Grund ihrer zahlreichen trigonometrischen Wolkenstudien zu Upsala[1]), dass es gewisse Höhenlagen giebt, in denen sich der Wasserdampf mit Vorliebe zu kondensiren scheint, wenn auch diese Höhen einer beträchtlichen täglichen Periode unterworfen sind. Auch der Witterungszustand (ob barometrisches Maximum oder Minimum u. s. w.) ist begreiflicherweise von nicht unwesentlichem Einfluss. Immerhin kann man sich nach den Messungen der genannten Gelehrten doch ein ungefähres Bild von der Höhenlage der verschiedenen Wolkenarten machen, und nach Gl. 2) ist man alsdann vermöge der Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit v im Stande, mit derselben rohen Annäherung die wirkliche Geschwindigkeit V im einzelnen Falle festzustellen. (Es kann natürlich nicht erwartet werden, dass ein so einfaches Instrument wie dieser Wolkenspiegel, zumal in der Hand eines einzelnen Beobachters, die systematischen Untersuchungen mit Hilfe trigonometrischer und photographischer Methoden etwa geradezu ersetzen könnte.)

Es erübrigt noch die Ableitung der Gleichung 1), welche hier nur für den einfachsten Fall gegeben werden soll, dass sich die Wolke im Sinne der Lage der Sehlinie vom Beobachter fortbewegt, also z. B. in der Linie AB in Fig. 2. Wird dieser Weg W in t Sekunden zurückgelegt, so gilt für die wirkliche Geschwindigkeit:

$$3)\quad V = \frac{W}{t};$$

für die Winkelgeschwindigkeit v aber zufolge der schon erläuterten Beziehung 2):

$$4)\quad v = \frac{W}{Ht}.$$

Der Weg W steht nun in einer einfachen Beziehung zu dem Wege w ($= ab$) des Wolkenbildes auf dem Spiegel. Aus der Figur ist nämlich vermöge der Aehnlichkeitssätze des Dreiecks leicht abzulesen, dass

$$W : w = (H + h) : h,$$

worin H und h die oben bereits besprochene Bedeutung haben. Da nun die Höhe h des Auges über dem Spiegel nur einige Dezimeter beträgt und jedenfalls gegen die Wolkenhöhe H verschwindend klein ist, so darf $H + h$ durch H ersetzt werden; alsdann ergiebt sich aus der vorstehenden Proportion:

$$5)\quad W = w\frac{H}{h}.$$

Wird dieser Ausdruck in 4) eingesetzt, so gelangt man sogleich zu der oben unter 1) niedergeschriebenen Beziehung $v = \frac{w}{ht}$.

Refraktoren in Verbindung mit Spiegeln.

Von
Dr. **O. Knopf** in Jena.

Seit mehreren Jahren befindet sich bekanntlich auf der Pariser Sternwarte ein nach den Plänen Loewy's, des Subdirektors derselben, konstruirtes gebrochenes Aeqnatoreal (Équatorial coudé), welches in *dieser Zeitschr. 1884 S. 132*

[1]) *Meteorologische Zeitschrift 1887, S. 73.*

bereits kurz beschrieben ist. Das Rohr desselben besteht, wie hier nochmals kurz in Erinnerung gebracht werden mag (zur leichteren Orientirung der Leser fügen wir die an obiger Stelle mitgetheilte Abbildung nochmals bei), aus zwei senkrecht zu einander stehenden Theilen; das eine Stück ist wie die Polaraxe eines gewöhnlichen Aequatoreals nach dem Pol gerichtet, unbeweglich und an seinem oberen Ende mit dem Okularapparat versehen; das andere Stück trägt an seinem vorderen Ende das Objektiv, an seinem hinteren Ende aber, wo es mit dem ersteren Stück zusammenstösst, einen unter 45° gegen seine Axe geneigten Spiegel, welcher die durch das Objektiv einfallenden Strahlen nach dem Okular hin reflektirt, und ist um das feste Rohr als Axe beweglich, beschreibt also bei der Drehung einen mit dem Aequator zusammenfallenden Kreis. Vor dem Objektiv befindet sich

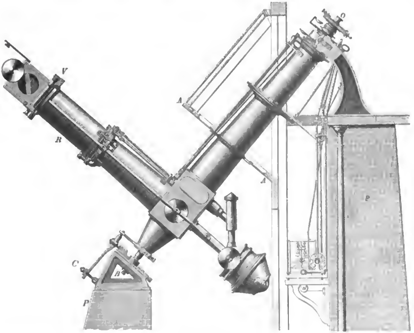


Fig. 1.

noch ein unter 45° gegen die Axe geneigter ebener Spiegel, durch dessen Drehung alle Sterne eines Deklinationskreises nach und nach in das Gesichtsfeld des Fernrohres gebracht werden. Durch Drehung dieses Spiegels in Verbindung mit der Drehung des Objektivrohres ist es offenbar möglich, jeden über dem Horizont befindlichen Stern nach seiner Reflexion an den beiden Planspiegeln in das Gesichtsfeld zu bekommen.

Die Vorzüge und Nachtheile des gebrochenen Aequatoreals gegenüber dem geraden sind an der oben angeführten Stelle bereits besprochen. Hier sei nur noch der eine Vortheil, der dort nicht hervorgehoben wurde, bemerkt, dass in Folge des Wegfalls der bei grösseren Instrumenten immer konstruktive Schwierigkeiten bietenden Kuppel man nicht das Bestreben haben wird, dem Fernrohr eine

möglichst kurze Brennweite zu geben und dass, wenn demnach der Oeffnungswinkel kleiner als sonst üblich ist, auch die Bilder unter sonst gleichen Umständen besser sein werden als gewöhnlich bei Aequatorealen.

Durch einen Refraktor in Verbindung mit einem ebenen Spiegel hat man auch bereits das Passageninstrument zu ersetzen geplant, ohne jedoch seither zur Ausführung geschritten zu sein. An Stelle des Meridianrohres würde ein senkrecht zur Meridianebene gerichtetes, festliegendes Fernrohr treten, vor welchem ein unter 45° gegen die optische Axe desselben geneigter Spiegel drehbar angebracht ist.

Würde man einen Planspiegel vor dem Objektiv eines gewöhnlichen Meridianrohres anbringen, so dass seine Rotationsaxe, gegen welche er um 45° geneigt ist, wieder mit der optischen Axe des Fernrohres zusammenfiele, so könnte man jeden Stern des Himmels in das Gesichtsfeld dieses sich nur in der Meridianebene bewegenden Rohres bekommen.

Bevor wir uns nunmehr mit der von Loewy vorgeschlagenen Verbindung eines Aequatoreals mit zwei unter einem gewissen Winkel zusammenstossenden, vor dem Objektiv angebrachten Planspiegeln beschäftigen, möchte es nützlich sein, den Zweck dieser Einrichtung kennen zu lernen. Sie soll nämlich zur Bestimmung der Refraktions- und der Aberrationskonstante nach einer von Loewy gefundenen und in den *Comptes Rendus* der Pariser Akademie in den Jahrgängen 1886 und 1887 erörterten Methode dienen, deren Prinzip im Folgenden ganz kurz auseinandergesetzt werden möge.

Das Licht eines Sternes wird bekanntlich bei seinem Durchgang durch die Atmosphäre aus seiner Bahn abgelenkt; der Stern scheint daher eine grössere Höhe zu haben, als es thatsächlich der Fall ist. Diese Ablenkung ist um so grösser, je weiter der Stern vom Zenith absteht; ausserdem hängt sie noch von der jeweiligen Beschaffenheit der Luft, d. h. von Temperatur und Luftdruck ab. Den Werth nun, welchen die Refraktion für eine mittlere Höhe, eine mittlere Temperatur und einen mittleren Barometerstand annimmt, — Bessel wählte 45° Höhe, als mittlere Temperatur 50° Fahrenheit und als Barometerstand 29,6 *engl. Zoll* — nennt man die Refraktionskonstante; sie beträgt 57,5 Bogensekunden. Aus ihr lassen sich die Refraktionswerthe für andere Höhen und andere Luftzustände mit Hilfe von zu Grunde zu legenden Theorien ableiten.

Loewy schlägt nun vor, die Refraktionskonstante nicht wie seither durch direkte Höhenmessungen, sondern aus der Aenderung der scheinbaren Distanz zweier Sterne abzuleiten, wenn diese in Folge der täglichen Bewegung verschiedene Lagen zum Horizont einnehmen. Man sucht nämlich zwei Sterne aus, von denen der eine gerade im Zenith oder nahe dabei, der andere tief am Horizont steht. Offenbar wird dann die Distanz der beiden Sterne um ein Bedeutendes zu gering gemessen. Nach drei oder vier Stunden wird sich das Himmelsgewölbe so weit gedreht haben, dass die beiden Sterne nunmehr gleiche Höhe über dem Horizont einnehmen. Eine jetzt vorgenommene Messung der Distanz wird diese zwar auch kleiner ergeben, als sie in Wahrheit ist, aber nur um sehr wenig. Aus der Differenz der beiden Messungen lässt sich nun durch Rechnung die Refraktionskonstante finden.

Aehnlich ist es mit der Aberrationskonstante. Durch die Bewegung der Erde in ihrer Bahn (und in geringerem Maass auch durch ihre Rotation) werden die Sterne um einen gewissen Winkelbetrag, im Maximum um 20,4 Bogensekunden,

scheinbar nach der Seite hin verschoben, nach welcher sich die Erde bewegt, da man das Fernrohr etwas nach der Richtung der Erdbewegung neigen muss, wenn das Licht des beobachteten Sternes, während die Erde in ihrer Bahn dahineilt, der Axe des Fernrohres entlang sich bewegen soll. Misst man den Winkel zwischen zwei Sternen, von denen der eine rechts, der andere links von der Richtung der Erdbewegung liegt, so wird man, weil jeder Stern sich um etwa 20″ (oder je nach der Lage der Sterne auch weniger) scheinbar verschiebt, diesen Winkel um etwa 40″ zu klein erhalten. Misst man nach einem halben Jahre, wenn die Erde sich nach der entgegengesetzten Richtung hin bewegt, denselben Winkel wiederum, so wird man ihn diesmal um ebensoviel zu gross finden. Wie man sieht, lässt sich auf diese Weise der Werth der Aberrationskonstante recht wohl bestimmen.

Um nun den Winkel zwischen zwei Sternen zu messen, wird nach Loewy's Vorschlag vor das Objektiv eines gewöhnlichen Aequatoreals ein Doppelspiegel gebracht, bestehend aus einem Glasprisma, dessen beide dem Objektiv zugewandte Seitenflächen versilbert sind. Das Fernrohr wird auf die Mitte des zu messenden Bogens gerichtet, so dass die Lichtstrahlen der beiden seitlich stehenden Sterne durch die Silberspiegel in das Rohr reflektirt werden. Bei der Bestimmung der Aberrationskonstante wird man, um den Einfluss der möglicherweise nicht vollkommen richtigen Refraktionstafeln möglichst zu vermindern, die Messung des Winkels nur dann vornehmen, wenn beide Sterne ungefähr die gleiche Höhe haben. Um sich ferner von der Unveränderlichkeit des von den beiden Spiegeln eingeschlossenen Winkels während der sich über ein halbes Jahr erstreckenden Beobachtungen zu überzeugen, wählt man auch solche Sternpaare aus, auf deren Distanz vermöge der Lage der Sterne die Aberration keinen Einfluss hat; dieselben müssen nämlich in Länge um 180° von einander verschieden sein und gleiche, jedoch nicht zu geringe Breite haben. Unterschiede, welche die gemessenen Distanzen solcher Sterne im Laufe der sechs Monate aufweisen, können daher nur von der veränderten Neigung der Spiegel herrühren, welche, namentlich wenn der Doppelspiegel nicht aus einem einzigen Glasblock, sondern durch die Verbindung zweier einzelner Spiegel hergestellt wurde, etwa durch den Temperatureinfluss bewirkt worden sein mag. Auch lässt sich die Aenderung der Neigung der beiden Spiegel noch dadurch bestimmen, dass man die Distanzen zweier Sterne mit einander vergleicht, die zu verschiedenen Zeiten, wo jedoch die Aberration mit gleichem Betrag wirkte, gemessen wurden.

Die Loewy'sche Methode, aus der Distanz zweier Sterne die Konstanten der Refraktion und der Aberration zu bestimmen, hat vor den seither angewandten den grossen Vorzug, dass die vielen Fehlerquellen der letzteren, deren Einfluss nur schwer mit der erforderlichen Genauigkeit numerisch festzustellen ist, (z. B. Praezession und Nutation), vollständig vermieden werden. Die beiden einzigen Faktoren, auf die es ankommt, sind die Unveränderlichkeit der Neigung der beiden Spiegel gegen einander oder wenigstens die genaue Kenntniss ihrer etwaigen Veränderung und die Güte der Mikrometerschraube, durch welche die Entfernung der Bilder der beiden Sterne im Gesichtsfeld des Fernrohres gemessen wird.

Nicht einmal eine genaue Justirung des Fernrohres und des Spiegels vor demselben wird von der Methode verlangt, wohl aber ist eine solche sehr erwünscht behufs einer schnellen und sicheren Einstellung des Instrumentes. Denn

wie oben schon gesagt, sind die Messungen zur Bestimmung der Refraktionskonstante nur dann vorzunehmen, wenn der eine der beiden Sterne dem Horizont nahe ist oder wenn beide die gleiche Höhe haben, ebenso die Messungen zur Bestimmung der Aberrationskonstante nur bei nahezu gleicher Höhe der beiden Sterne; die Zeit für die Anstellung der Messungen ist daher immer nur eine sehr beschränkte und darf bei der Einstellung des Rohres nicht noch in Folge mangelhafter Justirung mehr, als unvermeidlich ist, verkürzt werden. Loewy und Puiseux gehen daher in den *Comptes Rendus* ***100.*** *S. 761 u. 818 (1890)* an, auf welche Weise man mit Hilfe astronomischer Betrachtungen die Justirung zunächst eines einfachen Spiegels, wie er beim gebrochenen Aeqnatoreal vorkommt, und sodann eines Doppelspiegels, wie er bei Bestimmung der Refraktions- und Aberrationskonstante gebraucht wird, ausführen kann. Ohne auf die Formeln einzugehen, welche die beiden Verfasser aufstellen, wollen wir wenigstens betrachten, welche Instrumentalfehler hierbei auftreten und wie sie sich ihrem Grössenwerthe nach bestimmen lassen.

Wenden wir uns zunächst zum ersten Fall. Bei vollkommen justirtem Spiegel wird die Axe, um welche er sich dreht, mit der optischen Axe des Fernrohres zusammenfallen oder ihr wenigstens parallel sein. Ist die Justirung jedoch nicht vollkommen erreicht, so werden die Axe des Spiegels und die optische Axe, bis an's Himmelsgewölbe fortgesetzt gedacht, dieses in zwei verschiedenen, nahe bei einander gelegenen Pnnkten O und A treffen. Die Lage der Axe des Spiegels wird nun bestimmt sein durch die Abstände des Punktes A von den beiden dnrch den Pnnkt O gelegten grössten Kreisen, deren einer dnrch den mit dem Nordpol wenigstens nahezu zusammenfallenden Pol P des Instrnmentes geht, während der andere ihn in O rechtwinklig schneidet.

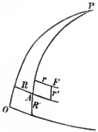


Fig. 2.

Diese beiden Abstände mögen R und R' heissen. Der Winkel, um welchen der Spiegel gegen seine Axe geneigt ist und der eigentlich 45° betragen sollte, sei α genannt. Mit dem Spiegel wird ferner noch ein Positionskreis verbunden sein, dessen Theilung vom Okular aus gesehen umgekehrt wie der Uhrzeiger fortschreitet und welcher eine der Null nahekommende Ablesung ι angiebt, wenn die durch die Normale und die Axe des Spiegels gelegte Ebene auf der das Loth R in sich schliessenden und auf OP normalen Ebene senkrecht steht oder, falls $R = o$ sein sollte, mit der Ebene OP zusammenfällt. Hierbei ist nur noch unbestimmt, ob der Spiegel bei der Ablesung ι des Positionskreises nach Norden oder Süden gerichtet ist; die Entscheidung sei zu Gunsten der ersteren Lage des Spiegels getroffen.

Die Beträge der Grössen R, R', α, ι wird der Astronom, wie sich aus den Loewy-Puiseux'schen Formeln ergiebt, am leichtesten und sichersten bestimmen, wenn er zuerst den Positionskreis auf Null stellt, dann einen seinen Koordinaten nach genau bekannten Stern durch den Spiegel ins Rohr reflektirt werden lässt und sowohl die Zeit der Einstellung als auch die Ablesungen am Stunden- und Deklinationskreis des Instrumentes notirt. Die Aufstellungsfehler dieses letzteren müssen natürlich, wenn nicht auf Null gebracht, so doch wenigstens in Folge früherer Bestimmung bekannt sein. Dieselbe Operation wiederholt man für den Positionswinkel 180° nnd dann auch, indem man einen dem Aeqnator

nahen Stern in das Gesichtsfeld bringt, für die Positionswinkel 90° und 270°. Aus den zu diesen vier Einstellungen des Instrumentes gehörigen Ablesungen lassen sich mit Hilfe jener Formeln die vier Unbekannten mit Leichtigkeit ableiten.

In dem Falle eines vor dem Objektiv angebrachten Doppelspiegels nehmen wir wieder die Rotationsaxe des letzteren als nicht parallel mit der optischen Axe des Instrumentes an; diese treffe die Himmelskugel wieder im Punkte O, jene in A. Durch O und den Pol P des Instrumentes sei wie vorhin ein grösster Kreis gelegt und senkrecht zu ihm in O ein zweiter. Die Lage des Punktes A ist dann wieder bestimmt durch die Abstände R und R'. Von der Rotationsaxe ist aber, weil im Allgemeinen nicht mit ihr parallel, zu unterscheiden die geometrische Axe des Doppelspiegels, unter welcher wir eine senkrecht auf der Kante des Prismas errichtete, gegen jede Spiegelfläche unter dem Winkel ε geneigte Gerade verstehen. Sie treffe die Himmelskugel in F. Die Lage dieses Punktes wird bestimmt durch seine Abstände r und r' von dem durch A gelegten, auf OP senkrechten grössten Kreis und von dem ihm normalen, ebenfalls durch A gelegten grössten Kreis. r und r' sind zwar ebenso wie R und R' unabhängig von der jeweiligen Lage des Rohres, aber abhängig von dem Positionswinkel des Prismas, indem sie bei einer Drehung des Prismas nach der Reihe andere Werthe annehmen. Sie sind daher noch, wenn sie ihrer Grösse nach bestimmt werden sollen, auf einen gewissen Positionswinkel zu beziehen und zwar am einfachsten auf den, welcher dadurch charakterisirt ist, dass die durch die Axe des Prismas gelegte, auf den Spiegelflächen normale Ebene senkrecht steht auf dem durch A normal zu OP gelegten grössten Kreis. Dieser Lage des Positionskreises möge wie vorhin die in Folge des Indexfehlers etwas von Null verschiedene Ablesung ι entsprechen.

Loewy und Puiseux zeigen nun, wie man durch astronomische Beobachtungen R, R', r, r' ε, ι bestimmen kann. ε wird sich leicht finden lassen aus der anderweitig bereits bekannten Distanz zweier Sterne, die nach der Reflexion an den beiden Spiegelflächen im Gesichtsfeld auf einander fallende Bilder geben, oder aber durch Beobachtung eines und desselben Sternes — behufs Beseitigung der Refraktion am besten eines im Zenith befindlichen — in zwei Stellungen des Rohres, indem man nämlich bei festgeklemmter Stundenaxe und nach Einstellung des Positionskreises des Spiegels auf Null den Stern einmal von dem einen und das zweite Mal von dem andern Spiegel in das Rohr reflektirt werden lässt, wobei das Rohr das eine Mal auf einen südlich, das andere Mal auf einen nördlich vom Stern liegenden Punkt des Himmels gerichtet ist. Wie eine einfache geometrische Betrachtung lehrt, muss das Fernrohr, behufs Ueberführung aus der einen Stellung in die andere, um den doppelten Betrag des Winkels am Prisma, also um 4ε, um die Deklinationsaxe gedreht werden, woraus sich dann der gesuchte Winkel ε als der vierte Theil der Differenz der beiden Ablesungen des Deklinationskreises ergiebt.

Ist es nicht möglich, das Bild des Sternes bei der zweiten Lage des Rohres auf dieselbe Stelle des Gesichtsfeldes zu bringen, welche es bei der ersten inne hatte, ohne das Rohr auch im Stundenwinkel etwas zu bewegen, so deutet das auf einen Indexfehler des Positionskreises hin. Derselbe ergiebt sich also aus der Differenz der Ablesungen am Stundenkreis für die beiden Lagen des Rohres, wobei nur zu beachten ist, dass diese Ablesungen auf denselben Zeitmoment

bezogen sein müssen, weil eine Nichtberücksichtigung der Zunahme des Stundenwinkels des Sternes während der zur Lagenveränderung des Rohres erforderlichen Zeit das Resultat natürlich sehr fälschen würde.

Auch zur Bestimmung der Lage der Rotationsaxe des Doppelspiegels und der Lage seiner geometrischen Axe, oder mit anderen Worten zur Bestimmung von R, R', r, r' geben Loewy und Puiseux die mathematischen Formeln und die darauf sich gründende Methode ihrer Bestimmung durch astronomische Beobachtungen. Da diese Methode aber etwas umständlich ist, so geben sie auch einen Weg an, wie man unschwer die Rotationsaxe und die geometrische Axe des Spiegels der optischen Axe des Fernrohres parallel machen kann, so dass eine astronomische Bestimmung der Fehlergrössen R, R', r, r' überhaupt nicht nöthig ist. Zunächst nimmt man das Prisma aus seiner vor dem Objektiv angebrachten und mit dem Positionskreis in fester Verbindung stehenden Fassung heraus und setzt an seine Stelle ein Kollimatorrohr, dessen optische Axe man mit der des Fernrohres möglichst parallel macht. Dreht man nun den Positionskreis, so wird wegen der nicht vollkommenen Parallelität von Kollimator- und Fernrohraxe das Bild des durch eine Vorrichtung beleuchteten Fadenkreuzes des Kollimators in der Brennebene des Fernrohres einen Kreis beschreiben. Fällt dessen Zentrum, wie wir annehmen wollen, nicht in die Mitte des Gesichtsfeldes, so sind die Rotationsaxe des Kollimators und folglich auch des Prismas und die optische Axe des Fernrohres einander nicht parallel. Durch die zu diesem Behufe angebrachten Korrektionsschräubchen wird man aber die Lage des Positionskreises ohne Schwierigkeit so verändern können, dass die Parallelität stattfindet. Jetzt nimmt man den Kollimator ab und setzt das Prisma wieder ein. Den Kollimator befestigt man sodann am Fernrohr selbst so, dass seine Axe mit der optischen Axe des Fernrohres den Winkel 2ε bildet. Ist nun die geometrische Axe des Spiegels seiner Rotationsaxe und diese der optischen Axe des Fernrohres parallel, so wird nach einer Drehung des Spiegels um 180° das Fadenkreuz des Kollimators wieder auf dieselbe Stelle des Gesichtsfeldes fallen wie vorher, weil durch die Drehung um 180° die eine Fläche des Spiegels genau denselben Platz eingenommen hat, den früher die andere inne hatte. Fallen dagegen die Bilder des Fadenkreuzes in den beiden Fällen nicht auf dieselbe Stelle, so ist die Lage des Prismas in seiner Fassung noch etwas zu korrigiren, was einfach durch ein untergelegtes Stückchen Papier oder, falls Korrektionsschräubchen hierfür vorhanden sind, durch diese bewerkstelligt werden kann.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bericht über die wissenschaftliche Ausstellung bei Gelegenheit des X. internationalen medizinischen Kongresses im August 1890.

Aus der grossen Reichhaltigkeit der Ausstellung des X. internationalen medizinischen Kongresses soll im Folgenden über diejenigen Gebiete der Technik kurz berichtet werden, welche den Zielen dieser Zeitschrift nahe liegen. Im Wesentlichen gehören hierzu die Apparate für physiologische und mikrologische Forschung, sowie elektrotherapeutische Apparate. Leider haben Raumrücksichten den Abdruck dieses Berichts verzögert, doch hoffen wir, dass derselbe auch jetzt noch unseren Lesern willkommen sein wird.

Unter den physiologischen Apparaten nehmen naturgemäss die zahlreichen und formenreichen Registrirapparate, welche für diesen Zweig der Biologie so wichtig

geworden sind, das grösste Interesse in Anspruch. Unter diesen fallen zunächst in die Augen die für die Registrirung zeitlich sehr schnell verlaufender einzelner Vorgänge gebräuchlichen Myographien, bei welchen die Aufzeichnung auf ebenen oder zylindrischen, durch Gewicht oder Federkraft sehr schnell bewegten Flächen erfolgt. H. Sandström in Lund hatte ein Federmyographion nach Dubois-Reymond und eines nach Blix ausgestellt, welch letzteres in horizontaler und vertikaler Lage benutzt werden kann. — Prof. Kronecker hatte sein nach Dubois-Reymond's Prinzip von Freyburger in Bern verfertigtes Myographion vorgeführt, bei welchem die Feder durch Drehung der Trommel aufgezogen wird; nach vier Umdrehungen ist die Maximalspannung erreicht, bei welcher eine Umdrehung des Schreibzylinders in 0,1 Sekunde vollendet wird. — Zur Aufzeichnung von Vorgängen, deren zeitlicher Verlauf weniger schnell, doch in stetiger Aufeinanderfolge vor sich geht, dient das Kymographion, bei welchem die Aufzeichnung auf zylindrischer, mit möglichst gleichförmiger Geschwindigkeit bewegter Trommel erfolgt, wobei letztere zumeist gleichzeitig eine Axenverschiebung erleidet. Die absolute Geschwindigkeit der Bewegungen ist oft in weiten Grenzen variirbar. — Fuess in Berlin zeigte ein schön ausgeführtes Instrument dieser Art Baltzar'scher Konstruktion, Kagenaar in Utrecht ein solches für allgemeinen Gebrauch, dessen Trommel ebenfalls vertikal und horizontal zu benutzen ist und bei welchem die Grösse der Axenverschiebung beliebig variirt werden kann. — Andere Kymographian, nach den zu registrirenden Vorgängen namentlich als Sphygmographen, Kardiographen oder Chronographen bezeichnet, waren mit ihren Registrireinrichtungen vorgeführt. — Prof. Grunmach hatte ein von Windler in Berlin verfertigtes Kymographion in Verbindung mit einer Reihe dieser Vorrichtungen, Polygraphion genannt, ausgestellt, bei welchem die Registrirung der Zeit durch den in *dieser Zeitschrift 1889 S. 238* beschriebenen Zungenpfeifenchronographen bewirkt wird. — W. Oehmke in Berlin hatte ein sehr vereinfachtes Kymographion für elektrischen Betrieb (Ueber ein Myographion für elektr. Betrieb s. *diese Zeitschrift 1889 S. 248*) angemeldet. Leider war dasselbe nicht zur Ausstellung fertig geworden. Wir hoffen, in einer der nächsten Nummern dieser Zeitschrift eine nähere Beschreibung des Instrumentes geben zu können; dasselbe soll einen wohlfeilen Ersatz für gute Kymographien bieten; der Betrieb wird durch einen kleinen Elektromotor bewirkt. — Von dem Physiologischen Institut zu Breslau war ein Kymographion nach Dr. Hürthle ausgestellt, bei welchem die grosse Variirbarkeit der Umfangsgeschwindigkeit (von 0,5 bis 120 *cm* pro Sekunde) bemerkenswerth ist; um für die grösseren, eine detaillirte Diskussion der Vorgänge gestattenden Geschwindigkeiten hinreichenden Platz für die Aufzeichnungen zu gewinnen, sind zwei parallele Trommeln angeordnet; über diese ist ein an den Kanten zusammengeklebtes, also ein Band ohne Ende bildendes Papier gelegt, auf welchem die Registrirung erfolgt, und das eine Totallänge von etwa 1,5 *m* für jeden vollen Vorbeigang darbietet. Auch hier kann die Schreibfläche in horizontaler und vertikaler Lage benutzt werden. — E. Zimmermann in Leipzig hatte ein Kymographion für fortlaufendes Papier ausgestellt, dessen Triebwerk zum Zweck anderweitiger Verwendung leicht vom Apparate zu entfernen ist. — Hierher gehört endlich noch ein von Kagenaar in Utrecht ausgestellter vereinfachter Phonautograph nach Donders, zur Registrirung der Vokalkurven eingerichtet, aber auch zu anderen Registrirungen verwendbar.

Diesen Apparaten von allgemeinerer Verwendbarkeit reihte sich eine grosse Anzahl für spezielle physiologische Zwecke konstruirter Apparate an, von denen im Folgenden die bemerkenswerthesten Erwähnung finden sollen. H. Kagenaar in Utrecht hatte einen Pansphygmographen nach Brondgeest zur Registrirung der Athmung, des Herzschlages und des Pulses verschiedener Schlagadern vorgeführt, das besonders für klinischen Gebrauch eingerichtet ist. — Sphygmographen verschiedenster Konstruktion zeigte W. Petzold in Leipzig. — Einen Präzisionssphygmographen nach Jaquet, eine Modifikation des Dudgeon'schen Instruments, hatte Fr. Runne in Basel ausgestellt; bei diesem Apparate wird die Zeit mittels eines Schreibhebels in Intervallen von fünftel Sekunden auf dem

Papierstreifen registrirt. Dem Papierstreifen können zweierlei Geschwindigkeiten gegeben werden, von 1 *cm* und von 4 *cm* pro Sekunde, letztere für genaue wissenschaftliche Beobachtungen. — Ein vom Physiologischen Institut zu Breslau ausgestelltes, von E. Albrecht in Tübingen hergestelltes Angiometer nach Dr. Hürthle hat den Zweck, den Durchmesser der blossgelegten lebenden Arterie zu messen und seine Schwankungen zu registriren; auch lässt der Apparat die sphygmographische Kurve gewinnen. — Der von Fr. Runne in Basel auf seinem sogenannten Baseler Stativ vorgeführte *Piston-Recorder* nach Ellis & Tigerstedt (*Journ. of Physiology 7. S. 309* und *Skandinav. Archiv f. Physiologie 1. S. 345*) bezweckt die graphische Aufzeichnung der Volumenschwankungen eines mit dem Apparat verbundenen Luftraumes. — Prof. Kronecker in Bern hatte einen von Klöpfer verfertigten Pneumosphygmographen nach Mosso's Prinzip (vgl. *d. Ztschr. 1889 S. 286*) ausgestellt, bei welchem die durch die Pulswelle bewirkte rythmische Volumenänderung der in einen Glashandschuh luftdicht eingesetzten Hand mittels Luftübertragung durch den Marey'schen Tambourhebel verzeichnet wird. — Oehmke in Berlin hatte einen Blutwellenschreiber nach Gad ausgestellt, der in einigen Theilen von den üblichen Registrirmitteln abweicht. Ein mit physiologischer oder Sodalösung gefülltes Glasrohr wird einerseits mit der angeschnittenen Arterie verbunden und mündet andererseits in eine mit Metallmembran geschlossene Kapsel. Die nach Art der Aneroidbüchsen gewellte, sehr dünne und leicht bewegliche Membran trägt einen schneidenartig zugeschärften zentralen Stift, gegen welchen der leicht in Spitzenaxe bewegliche Schreibstift mittels leichter Spiralfeder gezogen wird; dadurch ist der bei Stiftverbindungen häufig vorhandene todte Gang vermieden; da ausserdem die Kapsel mikrometrisch gegen die Drehaxe des Hebels verschoben werden kann, ist die Wahl der Uebersetzung hier freigestellt. — Derselbe Aussteller hatte einen Aëropletbysmographen nach Gad gebracht, welcher den Athmungsverlauf registrirt. Bei diesem Apparate wird durch die Expirationsluft ein um eine Axe drehbarer, in viereckigem Kasten spielender Schwimmer bewegt.

Die zeitmessenden Vorrichtungen waren besonders zahlreich vertreten und verschiedenartig durchgebildet. Eines mechanischen Chronographen ist bereits in Verbindung mit dem Präzisionssphygmographen nach Jaquet Erwähnung gethan. Der Verfertiger dieses Instruments hatte ausserdem noch einen mechanischen Chronographen nach Jaquet gesondert ausgestellt, bei welchem die Schreibhebelbewegung von einem guten Taschenuhrwerk bewirkt wird. Die Registrirung erfolgt nach ganzen und fünftel Sekunden. Für die Bestimmung der ganzen Versuchsdauer ist ein Sekunden- und Minutenzeiger vorgesehen, welche durch einfachen Knopfdruck bei Beginn des Versuches auf Null gestellt werden können. Auch ist die Möglichkeit elektrischer Uebertragung der Hebelbewegung gegeben. Für den letzteren Zweck zerfällt die zeitregistrirende Vorrichtung in zwei Theile, den Stromunterbrecher und die elektrisch bethätigte Schreibvorrichtung. — Für isochronische Stromunterbrechung bezw. Schliessung bieten schwingende Stäbe oder Stimmgabeln ein sehr bequemes Mittel. Prof. Ewald in Strassburg stellte eine durch Luftstrom angetriebene Stimmgabel von beiläufig 100 Schwingungen pro Sekunde zur Bethätigung eines Quecksilberkontaktes mit Spülung aus. Ausser auf elektrischem Wege ist hier eine Registrirung der Schwingungen der Gabel durch Luftübertragung vorgesehen, indem mit der Antriebsluftleitung eine Marey'sche Trommel in Verbindung gesetzt ist. — Der von Prof. Kronecker ausgestellte Unterbrecher für Zeitregistrirung ist in *dieser Zeitschrift 1889 S. 240* abgebildet und beschrieben worden. — Kagenaar benutzt zur Zeitbestimmung sechs Stahlstäbe auf Eisenstativ; dieselben werden von einem Elektromagneten in Schwingungen erhalten, mittels deren durch Lufttransport die Zeit nach 0,5; 0,2; 0,1; 0,04; 0,02; 0,01 Sekunden direkt registrirt wird. — Eine Modifikation des Pfeil'schen Chronographen (s. *d. Zeitschr. 1889 S. 237*) zeigte G. König in Berlin; das vorgeführte Exemplar war jedoch wesentlich kleiner als das a. a. O. beschriebene und hatte bezüglich der Verstellung der Magnete, sowie der Stromzuführung Verbesserungen aufzuweisen. —

Von anderen zur Zeitmessung dienenden Instrumenten ist noch ein von Prof. Ewald ausgestelltes Chronoskop zu erwähnen, welches, in Verbindung mit einem Stahlstabe oder einer Stimmgabel gebracht, deren Schwingungszahl angiebt; die Zeiger sind mit Nullstellung versehen. Derselbe Aussteller führte eine Uhr vor, durch welche ein Kontakt in beliebig einstellbaren Zeitintervallen für gewisse Zeit geschlossen wird. — Von absoluten Zeitmessern sind noch die Chronometer von A. Huber in München zu erwähnen.

Die umfangreiche Anwendung der Registrirmethoden macht Hilfsmittel zur Auswerthung der erhaltenen Kurven erforderlich. Einen solchen Apparat, nach Dr. Jaquet, zeigte Runne in Basel; derselbe besteht aus zwei zu einander senkrechten Führungen, in welchen die Bewegungen auf 0,1 *mm* ablesbar sind; der Apparat gestattet ferner das Ziehen von Abszissen und Ordinaten.

Elektrische Hilfseinrichtungen für physiologische Apparate waren zahlreich zu sehen. Die von Prof. Ewald in Strassburg ausgestellten Kontakträder gestatten durch Verstellung gegeneinander beliebigen Wechsel des Rythmus von Stromöffnung und Stromschluss. Eigenartig ist eine Kontakteinrichtung desselben Ausstellers, welche für die Markirung der Wendepunkte von Kurven benutzbar ist; der Strom wird geschlossen bezw. geöffnet bei Aenderungen des Bewegungssinnes der Kontaktspitze; die Bewegung der Spitze erfolgt mittels einer Gummimembran in ähnlicher Weise wie die Hebelbewegung bei der Marey'schen Trommel. — Von Kagenaar in Utrecht war die in *dieser Zeitschrift 1887 S. 333* beschriebene Widerstandsschraube von Engelmann, die auf Veränderungen des Widerstandes durch Kompression beruht, in verschiedenen Ausführungen vorhanden. Andere Rheostaten verschiedener Art waren in Verbindung mit elektrotherapeutischen Apparaten vorgeführt, auf die wir weiter unten noch kurz zurückkommen.

Wir wenden uns jetzt zu dem Gebiete der Mikrologie. Der reichhaltigen Ausstellung von Mikroskopen der verschiedensten Art soll nur kurz gedacht werden. Die Firma C. Zeiss in Jena führte eine Reihe werthvoller konstruktiver Verbesserungen vor. Neben einigen Erweiterungen in der Konstruktion der Apochromat- und Achromat-Objektive, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, zeigten die Mikroskopstative, sowie die zugehörigen Hilfs- und Nebenapparate mannigfache Neuerungen. So wird z. B. bei dem Okularschraubenmikrometer das Okular selbst nicht mehr bewegt, während das zur Einstellung dienende Strichkreuz stehen bleibt, sondern das Okular bleibt stehen, und das Strichkreuz wird durch die Mikrometerschraube bewegt. Bei den Messokularen ist die Mikrometerskale jetzt mittels einer Bewegungsschraube seitlich verstellbar, so dass ein beliebiger Strich der Skale mit einer gewünschten Stelle des Präparatbildes in Koinzidenz gebracht werden kann; zum blossen Abzählen zerstreuter Theile im Sehfelde ist statt der Skale eine seitlich verstellbare Spitze vorgesehen. Der Abbe'sche Zeichenapparat ist dahin abgeändert, dass das Prismengehäuse sammt Spiegel um ein Scharnier nach vorn geschlagen und auch leicht ganz abgezogen werden kann, während das Uebergestell in der einmal justirten Lage am Tubus verbleibt; diese Einrichtung gestattet einerseits einen raschen Wechsel der Okulare, andererseits bequem den Uebergang von der Beobachtung mit Zeichenapparat zu der ohne solchen. — Historisch merkwürdig war eine vom Anatomischen Institut in Rostock ausgestellte Sammlung von alten Mikroskopen aus dem vorigen Jahrhundert. — Das von Prof. Exner in Wien vorgeführte Mikrorefractometer ist unseren Lesern bekannt (vgl. *diese Zeitschr. 1886. S. 139.*) — Das K. Reichs-Gesundheitsamt hatte eine Sammlung neuerer heizbarer Objekttische ausgestellt, worunter eine Einrichtung zur Erwärmung bis 50 Grad, wie sie bei bakteriologischen und hygienischen Arbeiten vielfache Verwendung findet, besonders erwähnt werden mag. Der ganze Untertheil des Mikroskops ist hier von einem Holzkasten umschlossen, aus welchem nur das Beobachtungsrohr und die Feinstelleinrichtungen nach oben herausragen. Seitwärts befinden sich Einrichtungen für die Einführung der Objekte und deren leichte Orientirung auf dem Objekttische. Die Beleuchtung erfolgt in gewöhnlicher Weise durch eine im Kasten angebrachte Glasplatte.

Mehr und mehr gewinnen für die mikrologische Forschung die **Mikrotome** an Bedeutung. Unter den zahlreichen Apparaten dieser Art, die zum Theil in sehr schöner Ausführung von bekannten Firmen, wie **Reichert** in Wien, **Becker** in Göttingen, **Miehe** in Hildesheim, **Schanze** und **Zimmermann** in Leipzig, **Thate** in Berlin, **Sandström** in Lund, ausgestellt worden, sind, zunächst die Mikrotome von **Jung** in Heidelberg wegen der ihnen beigegebenen neuen Objekthalter, welche eine grössere Gesammthebung ohne Umspannen ermöglichen, zu erwähnen. Diese Objektbalter, bereits in dem Bericht über die Heidelberger Ausstellung (*diese Zeitschrift, 1889, S. 481*) erwähnt, haben neuerdings noch eine weitere Umgestaltung erfahren (*Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, 7. S. 165*). **Schanze** hatte u. A. ein Schlittenmikrotom mit Schraubenbewegung, bei welchem der Schlitten fest geführt ist, ausgestellt, das sich um 90 Grad umklappen lässt, wodurch das Schneiden in Flüssigkeit ermöglicht wird. — Die Messerführung der Mikrotome von **Reichert, Jung, Becker** u. A. erfolgt zwischen zwei zu einander geneigten Ebenen mittels ganz kleiner Flächenelemente — kurz Punkte — und es mag hier von Neuem darauf hingewiesen werden, dass in solchem Falle die Zahl der Gleitpunkte bei richtiger Anordnung nicht ohne Nachtheil grösser als 5 sein darf; zwar sind kinematisch betrachtet (worauf bereits in *dieser Zeitschr., 1884, S. 248* von Herrn Dr. **Leman** hingewiesen wurde) zur **zwangläufigen** Prismenführung mindestens 6 Punkte erforderlich. Von diesen müssten auf einer Prismenfläche drei, auf der zweiten zwei und auf einer dritten Prismenfläche ein Führungspunkt laufen. In unserem Falle fehlt die dritte Prismenfläche gänzlich und die Funktion des damit fortfallenden sechsten Punktes wird ersetzt durch den Druck, — kinematisch Kraftschluss — welchen das Gewicht des Schlittens in der Richtung der Schwere auf die Führungspunkte ausübt. Dieser Umstand bringt den Vortheil, dass man den Messerschlitten leicht abheben kann; er zwingt aber andererseits dazu, demselben ein bedeutendes Gewicht zu geben. Auf diesen Umstand hat erst in neuester Zeit Prof. **Thoma** in Dorpat in einer Mittheilung über eine Verbesserung des Schlittenmikrotoms (*Ztschr. f. wissensch. Mikroskopie, 7. S. 161*) wiederholt hingewiesen; wir behalten uns vor, auf diese Abhandlung noch zurückzukommen. Wir haben hier die Schädlichkeit der Verwendung von mehr als 5 Punkten besonders gegenüber der Thatsache betont, dass auch auf dieser Ausstellung wieder Instrumente mit 7 Führungspunkten vorhanden waren. Die Mikrotome der übrigen inländischen Aussteller haben grösstentheils in *dieser Zeitschrift, 1888. S. 176* und *1889. S. 479* Erwähnung gefunden. — Von **Sandström** in Lund war ein am Tische zu befestigendes Handmikrotom, bei welchem das Messer von Hand längs einer Anlage geführt wird, ausserdem ein Schlittenmikrotom mit Gefrierapparat ausgestellt, bei welchem die Führung auf Glaszylindern erfolgt. — Von der Meskaner Firma **F. Schwabe** lag noch ein Mikrotom mit feststehendem Messer aus, bei welchem durch einen Hebel mittels Schnurverbindung das Objekt unter dem Messer fortbewegt und beim Rückgange die Hebung bewirkt wird. Derselbe Aussteller brachte die Zeichnung eines grossen Mikrotoms für das ganze Gehirn nebst Probeschnitten, die von Prof. **Sernew** in Moskau hergestellt waren.

Zur Ausmessung mikroskopischer Objekte dienende **Gitter auf Glas** hatte Rich. **Magen** in Berlin ausgestellt. Derselbe hatte auch eine Serie leichter Planparallelspiegel für Spiegelinstrumente, ferner geätzte Längentheilungen für Spiegelablesung sowie Kreistheilungen auf Glas von gutem Ansehen vorgeführt.

Unter den **mikrophotographischen Apparaten** ist in erster Linie der grosse Apparat der optischen Anstalt von C. **Zeiss** in Jena zu erwähnen (*s. d. Ztschr. 1888. S. 301*) welcher, mit Lampe für elektrisches Bogenlicht ausgestattet, in der Ausstellung vertreten war. Von derselben Firma und von **Leitz** in Wetzlar war je ein kleinerer Apparat für Aufnahmen mit vertikal stehendem Mikroskop ausgestellt, bei deren ersterem die Kamera an einer starken eisernen Säule verstellbar ist, während bei letzterem die Kammer zwischen zwei symmetrisch liegenden Säulen geführt wird. **Klönne & Müller** in Berlin und **Hartnack** in Potsdam hatten horizontale Apparate von be-

dentender Balgenlänge gebracht. Diese Apparate sind alle mit umlegbaren Mikroskopen versehen, welche auch zu jeder anderen Mikroskopirarbeit benutzbar sind. Bei einem von Thate in Berlin ausgestellten horizontal und vertikal zu benutzenden Apparat für Aufnahmen mit Magnesiumblitzlicht (und auch wohl andere Beleuchtungsarten) ist das Stativ des Mikroskops fortgelassen, wodurch der Vergrösserungsapparat für andere mikroskopische Arbeiten nicht verwendbar ist. Der Kamerabalg ist hier durch ein Metallrohr und Ergänzungsröhren ersetzt, so dass beliebige Variationen der Vergrösserung nicht zu gewinnen sind. Durch die erweiterte Anwendung der Mikrophotographie dürfte die Anwendung der bislang sehr gebräuchlichen Zeichenapparate zur Fixirung mikroskopischer Bilder, wie sie nach den Konstruktionen von Abbe, Thoma und Winkel auf der Ausstellung vertreten waren, mit der Zeit Einschränkungen erfahren.

An Waagen hatte Betting in Cassel eine 200 *g*-Waage mit Einrichtung zur Aufsetzung der übereinander angeordneten Gewichte von aussen her ausgestellt. Erwähnt ist diese Einrichtung bereits in *dieser Zeitschr. 1889. S. 480*, doch erschien die vorliegende Ausführung gegen die in Heidelberg ausgestellte vortheilhaft verändert. Von Staudinger in Giessen lag eine Analysenwaage zu 100 *g* mit Messingbalken und zwei Waagen zu 100 und 2 *g* mit Aluminiumbalken vor, bei denen die Schneiden von Achat, die Pfannen von Stahl waren; die Justirungseinrichtung für die Endschneiden bei diesen Waagen erschien jedoch nicht ganz einwandsfrei.

In der Abtheilung der elektrotherapeutischen Apparate waren neben vielen alten, längst gebräuchlichen Einrichtungen die wesentlichen neuen Fortschritte der Therapie in der Anwendung des elektrischen Stromes vertreten. Die zahlreichen Formen von Beleuchtungsarten aller Art für die inneren Theile des menschlichen Körpers zeigten, wie sehr die Errungenschaften der Elektrotechnik für den Operateur nutzbar gemacht worden sind. Besonderes Interesse boten die von Hirschmann in Berlin zum ersten Mal vorgeführten Einrichtungen zur Verwendung des von Dynamomaschinen in Zentralstellen erzeugten Gleichstromes zu elektrotherapeutischen Zwecken, welche auf einer rationellen Anwendung des Ohm'schen Gesetzes beruhen; die Einrichtung dürfte in Orten mit grösseren elektrischen Anlagen die Anwendung von Elementen mit der Zeit wesentlich einschränken. Die Anwendung von jederzeit funktionirenden Stromstärkemessern nach absolutem Maasse scheint immer allgemeiner zu werden. Solche Stromstärkemesser, Milliamperemeter, waren von Braunschweig in Frankfurt a./M. und von Hirschmann in Berlin ausgestellt. Bei ersteren spielt die Nadel zwischen Spitzen; bei den Instrumenten der letzteren Firma wird neuerdings das Schwimmerprinzip verwendet; die Nadel schwimmt in einem mit Flüssigkeit erfüllten Raum und wird durch eine feine Axe an ihrer Stelle erhalten; dadurch ist die Axenreibung vermieden und aperiodische Einstellung erzielt. — Unter den Batterien für konstanten Strom nimmt die Leclanchébatterie die erste Stelle ein. Von Reiniger Gebbert & Schall in Erlangen sind jedoch auch Chlorsilberelemente eingeführt, welche eine andere Form der seinerzeit von Pincus in Königsberg zusammengestellten Silber-Chlorsilber-Zinkelemente darstellen. Für galvanokaustische Zwecke wird fast ausschliesslich die Chromsäuretauchbatterie angewendet. Unter den Apparaten zur Anwendung hochgespannter Ströme ist besonders die mit Rücksicht auf Transportfähigkeit und leichte schnelle Zusammenstellbarkeit sehr bequeme Influenzmaschine von Hirschmann zu erwähnen.

Rheostaten waren naturgemäss gleichfalls in grosser Anzahl ausgestellt; unter ihnen entsprechen den Anforderungen an leichte Handhabung die Flüssigkeits- und Graphitrheostaten am ehesten; letztere bieten jedoch in den meisten bis jetzt vorhandenen Ausführungen keine hinreichende Gewähr der Unveränderlichkeit. Neu war der von Schulmeister in Wien ausgestellte Kaolinrheostat nach Dr. Gaertner, bei dem die Drahtwiderstände durch Plättchen aus einer Mischung von Kaolin (Porzellanerde) mit einem leitenden Pulver ersetzt sind. — Schliesslich sei hier des elektrischen Zweizellenbades nach Dr. Gaertner, von demselben Aussteller verfertigt, erwähnt, bei welchem das

Bad durch eine um den Körper des Badenden befestigte nicht leitende Membran in zwei Theile getheilt wird, so dass der in eine Zelle eingeführte Strom durch den Körper allein nach der zweiten Zelle geleitet wird.

Auf die vielen Hilfsapparate für bakteriologische Zwecke können wir an dieser Stelle nicht näher eingehen; erwähnt sei nur der Sterilisirungsapparat von Dr. H. Rohrbeck mit Einrichtungen zur Regulirung und Konstanthaltung der Temperatur. Ebenso müssen wir uns eine Schilderung der zahlreichen Nebenapparate versagen, mit welchen die neuere Technik die Ausübung der ärztlichen Kunst erleichtert und erweitert. *P.*

Referate.

Oleorefraktometer nach Amagat und Jean zur Ermittlung von Verfälschungen.

Von Ferd. Jean. *Braine l'Alleud. 12 S. 8°. 1890.*

Der Apparat, dessen Beschreibung zuerst in einer in Compiègne 1888 erschienenen Monographie veröffentlicht ist, beruht auf dem Prinzip, dass die Ablenkung einer Marke durch einen dreifachen Prismensatz beobachtet wird, dessen innerstes (Hohl-)prisma mit der zu untersuchenden Substanz, während beide äussere (Hohl-)prismen mit einer Normalflüssigkeit angefüllt sind. Die Anordnung ist folgende. Ein metallener Hohlzylinder trägt an gegenüber liegenden Stellen des Mantels zwei Rohrstutzen, welche mit ebenen einander parallelen Glasplatten verschlossen sind. An diese Stutzen ist einerseits ein Kollimator, andrerseits konaxial mit diesem ein Fernrohr angesetzt. In der Mitte des Zylinders, konaxial mit ihm, ist ein engerer befestigt, dessen entsprechende Durchbrechungen ebenfalls mit Glasplatten verschlossen sind. Diese jedoch bilden einen Winkel mit einander; sie stellen das innere Hohlprisma vor. Mit den zuersterwähnten Glasplatten bilden sie die beiden äusseren Prismen des Systems. Der ganze Prismenkörper ist von einem weiten Wasserreservoir umgeben, in welches ein Thermometer hineinragt.

Es wird nun, wie bemerkt, das innerste Gefäss mit dem zu untersuchenden Oel, der äussere Zylinder mit einer Normalflüssigkeit und das umgebende Reservoir mit Wasser gefüllt. Letzteres kann durch eine am Stativ auf- und abschiebbare Lampe auf die gewünschte Temperatur erwärmt werden. Von allen drei Gefässen führen Abflussröhren mit Hähnen behufs Entleerung und Reinigung derselben.

Als Marke dient der vertikale Rand eines in der Brennebene des Kollimators angebrachten regulirbaren Schirms. Sein Bild fällt im Fernrohr auf eine willkürliche Skale. Die Werthe der letzteren sind für die verschiedenen in Betracht kommenden Substanzen — Oele, Butter und dergl. — unter gegebenen Umständen (Normalflüssigkeit, Temperatur) ermittelt und dienen dann in Verbindung mit Bestimmungen des spezifischen Gewichts zu einer Art Analyse, die nach Angabe des Verf. für viele Bedürfnisse der Fabrikation, des Handels, der Steuerkontrole u. s. w. ausreicht. *Cz.*

Eine neue Flüssigkeit für sphärische Libellen.

Von Ingenieur G. Erede in Neapel. *Rivista di Topografia e Catasto.* **3.** *S. 47. (1890.)*

Bekanntlich verlieren mit Alkohol gefüllte sphärische Libellen während der Feldarbeiten häufig so viel Flüssigkeit, dass sie nicht mehr brauchbar sind; die Blase vergrössert sich so, dass das Instrument gänzlich untauglich wird. Andererseits verlangen die Anwendungen, zu welchen solche Libellen dienen — insbesondere Senkrechtstellung von Latten, Winkelmaassen u. s. w. —, keine grosse Empfindlichkeit. Deshalb macht Verf. den Versuch, den Alkohol durch eine Mischung aus drei Theilen Wasser und einem Theil Glycerin zu ersetzen. Die Mischung erwies sich ausreichend, um den Nachtheil der Verflüchtigung zu heben, was sich z. B. bei den hydraulischen Signalisirungen auf Eisenbahnstationen zeigte, wo diese Mischung an Stelle von Wasser Anwendung

fand, weil sie weniger dem Gefrieren ausgesetzt ist. Man konnte jedoch vermuthen, dass die Mischung beträchtlich geringere Empfindlichkeit wie der Alkohol habe, und um zu untersuchen, ob dies der Fall sei, wurde nachstehender Versuch angestellt.

Drei leicht gekrümmte Röhren von 20 *cm* Länge und 1,4 *cm* Durchmesser, mit den Nummern I, II, III bezeichnet, an deren einem Ende ein Messingring mit einem schraubenförmigen Zapfen angebracht war, wurden an dem Fernrohr eines Theodoliten fest angebracht; an einer Seite eines jeden Rohres wurde ein Streifen numerirtes Millimeterpapier befestigt. Für jedes Rohr wurde eine dreifache Reihe von Versuchen angestellt, die erste mit Alkohol von 24° C., die zweite mit der fraglichen Mischung ebenfalls bei 20° C., und die letzte mit derselben Mischung bei einer Temperatur von 3°, welche durch eine Umhüllung von Wasser und Eis erhalten wurde.

Der Versuch bestand darin, dass man das Fernrohr auf eine scharfe horizontale Linie einstellte, während man eine erste Ablesung auf der an der Röhre angebrachten Skale machte; darauf brachte man die Blase aus ihrer ursprünglichen Lage durch eine geringe Bewegung des Fernrohrs heraus und machte eine zweite Ablesung, und so zehnmal hintereinander. Die Resultate sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt, in welcher die Länge der Blase aus der Differenz der beiden Ablesungen zur Linken und zur Rechten erhalten wird.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkehol bei 24°	I	l	41	40	40	41	40	41	40	40	40	40
		r	80	79	79	80	79	80	79	79	79	79
	II	l	40	39	39	39	39	39	40	39	39	39
		r	82	81	81	81	81	81	87	82	82	82
	III	l	42	43	43	43	43	43	43	42	43	43
		r	81	82	82	82	82	82	82	81	82	82
Mischung bei 24°	I	l	40	40	40	39	39	40	39	40	40	40
		r	80	80	80	79	79	80	79	80	80	80
	II	l	37	37	38	37	37	37	37	37	37	37
		r	83	83	84	83	83	83	83	83	83	83
	III	l	39	39	39	40	40	39	39	39	39	39
		r	84	84	81	85	85	84	84	84	84	84
Mischung bei 3°	I	l	42	42	43	42	42	42	43	42	42	42
		r	80	80	81	80	80	80	81	80	80	80
	II	l	47	46	47	47	47	47	47	47	47	47
		r	75	74	75	75	75	75	75	75	75	75
	III	l	47	47	47	47	47	46	47	47	47	47
		r	75	75	45	75	75	74	75	75	75	75

Man sieht, dass die Beobachtungsreihen mit der neuen Mischung ausserordentlich zufriedenstellende Resultate geben. Sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als auch bei sehr abgekühlter Umgebung zeigt die Mischung dieselbe Empfindlichkeit wie der Alkohol, natürlich innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Beobachtungen.

Apparat zur Entdeckung von brennbaren Gasen in der Luft.

Von H. N. Warren. *Chem. News.* ***61.*** *S. 279. (1890.)*

Verfasser skizzirt folgenden, besonders zum Nachweis von Leuchtgas in der Luft dienenden Apparat, der auf der Eigenschaft des platinirten Asbestes beruht, bei einer Temperatur von mindestens 27° C. in Luft von mindestens ½% Leuchtgasgehalt zu erglühen. Ein mit Petroleumäther beschicktes Lampenreservoir trägt eine mit zwei Löchern

versebene Scheibe, auf die ein glockenförmiger Schornstein aufgesetzt werden kann. Der Docht besteht aus platinirtem Asbest. Man zündet an und löscht dann die Flamme wieder aus; der Docht glüht wegen der vorhandenen Petroleumdämpfe weiter. Nun setzt man darüber einen mit vielen Löchern versehenen und platinirten Asbest enthaltenden fingerhutförmigen Aufsatz, der durch den glühenden Docht gelinde erwärmt wird. Stülpt man nun den Schornstein darüber und bringt den Apparat in den verdächtigen Raum, so strömt die Luft durch die zwei Löcher ein und bringt, wenn sie Leuchtgas enthält, den platinirten Asbest im fingerhutförmigen Aufsatz zum Glühen. Der platinirte Asbest wird durch Tränken des Asbestes mit einer konzentrirten Lösung von Platinoxalat, Trocknen und Glühen hergestellt. *Wgsch.*

Gasentwicklungsapparat mit kontinuirlichem Abfluss der Abfallflüssigkeit.

Von Th. Breyer. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 438. (1889.)*

Der zur Gasentwicklung dienende feste Körper befindet sich in einem zylindrischen, unten ausgezogenen und mit einem durchlöcherten Platinblech versehenen Gefäss. Oben ist dasselbe mit einem doppelt durchbohrten Stopfen verschlossen; durch die eine Bohrung geht das Gasentwicklungsrohr, durch die andere eine Trichterröhre mit Hahn, aus der die Zersetzungsflüssigkeit tropfenweise in den Zylinder fliesst. Das Füllen des Trichters geschieht kontinuirlich aus einem umgekehrten Kolben (nach dem Prinzip der Mariotte'schen Flasche) oder aus einem Vorrathsgefäss durch einen Heber. Das ausgezogene Ende des zylindrischen Gefässes reicht durch einen durchbohrten Stopfen in ein Gefäss, welches die ablaufende verbrauchte Flüssigkeit aufnimmt. Durch eine zweite Bohrung des Stopfens geht ein weniger tief eintauchendes Rohr, durch welches die Salzlösung in ein zweites höher stehendes Gefäss gedrückt wird. Seine Stellung wird so regulirt, dass der Druck im Apparate eben ausreicht, um die dem Gasstrom entgegenstehenden Hindernisse zu überwinden. *Wgsch.*

Apparat zur Schmelzpunktsbestimmung.

Von A. C. Christemanos. *Chem. Berichte.* **23.** *S. 1093. (1890.)*

Zur Aufnahme der Substanz dienen in eine lange Spitze ausgezogene Proberöhrchen, deren Spitze 5 bis 15 *mm* weit damit (durch Ansaugen der geschmolzenen Substanz) gefüllt wird. Um das Eintreten des Schmelzens zu erkennen, wird, wie schon früher von Löwe, die Schliessung eines Stromkreises benutzt. Hierfür dient folgende Einrichtung. Als Heizbad wird ein auf einem Sandbad stehendes zylindrisches Glasgefäss von 12 *cm* Höhe und 6 *cm* Durchmesser benutzt, das oben mit zwei Tubulaturen versehen ist. Durch die eine tauchen mittels eines Korkes das Thermometer und ein dicker Platindraht ein; in die andere, welche die Form eines Trichters mit Rillen hat, wird das Substanzröhrchen gesteckt. Das Glassgefäss ist (zu ungefähr $^2/_3$) mit Quecksilber gefüllt, so dass das Substanzröhrchen etwa 2 *cm* tief eintaucht. Ueber die Substanz giesst man etwas Quecksilber, so dass das Niveau im Proberöhrchen das im Gefäss um 1,5 bis 2 *cm* überragt. In dieses Quecksilber taucht ein zweiter dünner Platindraht bis zur Substanz. Die beiden Platindrähte sind mit einem galvanischen Element und einem Läutewerk verbunden. Wenn die Substanz schmilzt, vereinigen sich die beiden Quecksilbermassen und das Läutewerk ertönt. *Wgsch.*

Ein Gebirgsmagnetometer.

Von O. E. Meyer. *Wied. Ann. N. F.* **40.** *S. 489 (1890.)*

Der Magnetismus, welcher im Gestein eines Berges vorhanden ist, wird bestimmt nach den Störungen des Erdmagnetismus in der Nähe und auf der Höhe des Berges, wobei nur Relativbestimmungen der Intensität an beiden Orten in Frage kommen. Für seine Untersuchungen über Gebirgsmagnetismus (*66. Jahresber. der schles. Ges. f. 1888. S. 49. Breslau 1888. Münchener Sitzungsber.* **19.** *S. 167. 1889.*) hatte Verf. das Lokal-

variometer nach Kohlrausch (*Wied. Ann.* **29.** *S. 47. 1886*), welches aus einer horizontal schwingenden Magnetnadel auf hohem Stativ und einem an dessen Fuss horizontal drehbar angeordneten Magnetstabe besteht, benutzt und zweckmässig gefunden. Mittels desselben wird aus der Ablenkung, welche die Nadel durch Drehung des Magnetstabes um einen bestimmten Winkel erfährt, auf die Grösse der Horizontalkomponente des Erdmagnetismus am Beobachtungsorte geschlossen. Insoweit jedoch eine Aenderung der Horizontalkomponente ausser durch Aenderung der Intensität auch durch eine solche der Inklination bedingt sein kann, genügt die Kenntniss der Variation der Horizontalkomponente allein nicht zur völligen Beurtheilung des magnetischen Zustandes einer Bergmasse.

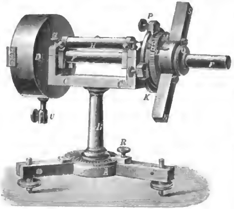


Fig. 1.

Verfasser hat daher zu seinen ferneren Untersuchungen über Gebirgsmagnetismus ein Instrument (*Diese Ztschr. 1889 S. 363; 1890 S. 69*) konstruirt, mittels dessen die Variation der Intensität unmittelbar bestimmt wird und welches aus dem Kohlrausch'schen Variometer durch Umlegung in die horizontale Lage entstehend gedacht werden kann. Dies Gebirgsmagnetometer ist in beistehender Figur 1 perspektivisch, seine wesentlichsten Theile sind in Figur 2 im Durchschnitt dargestellt. Im Dreifuss A ist die Säule B um messbare Winkel drehbar und mittels Schraube R zu klemmen. Die Säule B läuft oben in ein Doppellager C aus, in welchem eine zylindrische Axe F ruht. Diese kann mittels der Schrauben G geklemmt und nach der Aufsatzlibelle H mit den Dreifussschrauben horizontirt werden. Auf F ist mittels der Schraube J (Fig. 2) eine Scheibe K mit Konus festgeklemmt, welch letzterer einer mittels Handgriffen L (Fig. 1) drehbare Scheibe M als Drehaxe dient; diese trägt am Rande eine Trommeltheilung, die mit Hilfe von vier auf K markirten Strichen abgelesen wird, und an ihr ist der Magnetstab NS befestigt. M wird durch die Mutter Q und eine federnde Unterlagsplatte sanft gegen die Scheibe K gedrückt und trägt eine feste Nase o, welche ihre Drehbarkeit mittels zweier verstellbarer Anschläge P begrenzt. An der entgegengesetzten Kopffläche des Doppellagers C ist eine zylindrische Büchse D befestigt, welche das Gehäuse der Inklinationsnadel E bildet, die vor dem Theilkreise T frei spielt, während ihre Stellung durch die Glasplatte V beobachtet werden kann. Die sehr feine zylindrische Axe der Nadel ruht mit ihren Enden auf ebenen Karneolplatten, so dass sie bei den Schwingungen der Nadel darauf rollt. Die dabei eintretende seitliche Verlegung der Axe wird durch Drehung eines Exzenter U beseitigt, wodurch zwei — wohl mit v-förmigen Ausschnitten versehene — Leisten die Nadel anheben und darauf die Axe in der Mitte des Theilkreises wieder absetzen. Diese Anordnung erwies sich bequemer als eine andere gleichfalls vom Verfertiger des Instrumentes, Herrn W. Siedentopf in Würzburg, ausgeführte scheinbar einfachere, bei welcher die Endspitzen der Axe in Karneolhütchen

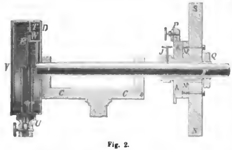


Fig. 2.

gelagert sind, da die bei jeder vollständigen Messung behufs Eliminirung des Nadelfehlers nöthige Umlegung der Axe bei der ersteren Einrichtung leichter zu bewirken ist. Das in die Büchse *D* hineinragende Ende der Axe *F* trägt am Arm *W* einen zur Theilung *T* passenden Nonius.

Der Gebrauch des Instrumentes ist in Kürze der folgende. Zunächst wird *F* mittels der Dreifussschrauben nach *H* horizontirt, wobei vorausgesetzt werden muss, dass *F* und die Drehaxe von *B* senkrecht zu einander stehen. Der Magnet *NS* wird sodann entfernt und die Inklination bestimmt durch Ablesung der Nadelstellung auf *T*, während *F* senkrecht zum magnetischen Meridian gestellt ist. Diese Stellung von *F* ermittelt man am Theilkreise des Dreifusses als senkrechte zu denjenigen beiden entgegengesetzten Stellungen, für welche die Nadel vertikal steht. Hierauf ist der Magnetstab *NS* so aufzustecken, dass der Nullpunkt der Theilung auf *M* mit dem auf *K* befindlichen Index koinzidirt, und nach Lösung der Schrauben *G* die Axe *F* in solche Stellung zu drehen, dass die Nadel um 180 Grad aus ihrer Inklinationslage abgelenkt wird. Der Nonius *W* erleichtert die schnelle Auffindung dieser Stellung. Nun wird die Axe *F* geklemmt, und durch Drehung des Magneten um Winkel, die durch die Anschläge *P* und Knagge *o* passend abzugrenzen und am Kreise *M* abzulesen sind, die Nadel nach beiden Seiten abgelenkt. Die Grösse des Winkels ist so zu wählen, dass an Orten mittlerer Intensität die Nadel um 90° abgelenkt wird; alsdann wird mit zu- bezw. abnehmender Intensität bei gleicher Drehung des Magnetstabes die Nadelablenkung kleiner bezw. grösser als 90° werden.

Bezüglich der Theorie des Instrumentes, für welches die von Kohlrausch für sein Variometer angenommene vereinfachende Voraussetzung eines durch den Magnetstab in Bezug auf die Nadel dargestellten homogenen Feldes nicht mehr zweifellos zulässig erschien, sowie bezüglich einiger mit dem Instrumente erhaltenen Ergebnisse, sei auf die Abhandlung selbst verwiesen. *P.*

Untersuchungen über neue radiophonische Apparate.

Von Mercadier *und* Chaperon. *Journ. de Phys. II.* **9.** *S. 336. (1890.)*

Unter radiophonischen Apparaten verstehen die Verfasser Vorrichtungen, welche mit der Selenzelle die Eigenschaft theilen, dass ihre elektrische Leitungsfähigkeit durch Bestrahlung zunimmt. Von den zahlreichen Substanzen, welche die Verfasser auf ihre Brauchbarkeit untersucht haben, empfehlen sie vor Allem das Schwefelsilber. Ein nur 0,01 bis 0,02 *mm* dickes Blättchen Schwefelsilber wird auf einer dicken Asbestplatte gelagert. Als Zuleitungen dienen Spiralen von Silber-, Platin- oder Eisendraht, die durch Systeme von Schrauben gegen die Schwefelsilberplatte gedrückt werden. Man soll so einen ausgezeichneten, dauerhaften Kontakt erhalten, während durch Löthung hergestellte Kontakte nur wenige Stunden halten sollen. Der Widerstand des Apparats beträgt 4000 bis 20 000 *Ohm*. Wenn man nur äusserst schwache Ströme (von höchstens 0,02 *Volt* Spannung) hindurchgehen lässt, funktionirt die Vorrichtung sehr gut. Sie zeigt sich empfindlich für alle Strahlen vom Infraroth bis Ultraviolett, und die Wirkung tritt sehr schnell ein. Die Verfasser empfehlen deswegen, die Vorrichtung an Stelle thermoelektrischer Nadeln zu benutzen. Ein gutes Schwefelsilber-Radiophon soll unter Einwirkung einer Petrolenmlampe, die in 20 *cm* Entfernung steht, einen Ausschlag geben, der gleich dem halben Anfangsausschlag ist.

Ausführliche Angaben machen die Verfasser über die Herstellung der Schwefelsilberblättchen. Man kann dieselben zunächst auf trockenem Wege erhalten, indem man Schwefelblume oder pulverisirten Schwefel auf eine Platte von Feinsilber streut und die Platte erhitzt. Beim Erkalten löst sich das Schwefelsilber in Blättchen los, die etwas sehr dick (0,1 *mm*), aber doch brauchbar sind. Die mit ihnen hergestellten Apparate sind polarisirbar; sie lassen sich laden wie Akkumulatoren und entladen sich allmälig innerhalb der nächsten 12 Stunden. Eine zweite Art Schwefelsilber ist im Handel zu haben,

da sie zu Schmuckgegenständen gebraucht wird. Sie wird hergestellt, indem reiner Schwefel und reines Silber zusammengeschmolzen werden. Für radiophoniche Zwecke ist diese Modifikation unbrauchbar. Die brauchbarsten Blättchen erhält man auf elektrolytischem Wege, indem man Schwefel auf Feinsilber niederschlägt. Beim Erhitzen der Silberplatte springen die Schwefelsilberblättchen nachher los. Man kann sie in einer Dicke von 0,01 *mm* erhalten

Schliesslich geben die Verfasser noch an, dass sich auch Zinnsulfür, Phosphorzink und Kupferoxyd für radiophonische Apparate eignen; aber diese Substanzen sollen viel weniger empfindlich als das Schwefelsilber und, da sie in dünnen Blättchen sehr leicht brechen, schwer zu behandeln sein. *E. Br.*

Ueber ein neues Galvanometer, welches als Strommesser oder Spannungsmesser dienen kann. Von L. Hulin. *Journ. de Phys. II. 9. S. 510. (1890.)*

Der bewegliche Eisentheil ist wie bei den Instrumenten von Hummel exzentrisch zur Axe des Solenoids gelagert; die bedeutende Länge des zu magnetisirenden Eisens dürfte eine grosse Remanenz zur Folge haben. *Lck.*

Neu erschienene Bücher.

A Handbook of Descriptive and Practical Astronomy. By. G. F. Chambers, F. R. A. S. II. *Instruments and Practical Astronomy.* Fourth Edition. Oxford. 1890.

Chambers' Handbuch der theoretischen und praktischen Astronomie hat bei seiner jetzigen, vierten Auflage eine sorgfältige Ueberarbeitung und starke Erweiterung erfahren, in Folge deren das in der dritten Auflage von 1877 noch einbändige Werk jetzt in drei Bände zerfällt. Der zweite, hier zu besprechende Band, welcher von den Instrumenten und der praktischen Astronomie handelt, ist in erster Linie für Liebhaber der Astronomie berechnet, welche entweder zu ihrer Belehrung oder zwecks eigner Mitarbeit an den astronomischen Aufgaben Beobachtungen anstellen wollen. Verf. berücksichtigt dabei, dass nur selten Jemandem solche Mittel wie einem Earl of Rosse oder Earl of Crawford zur Verfügung stehen werden, und betont öfters, wie man auch mit geringen Mitteln mancherlei leisten könne.

Ohne gerade sehr auf Einzelnes einzugehen, vielmehr nur in den Fussnoten auf die ausführlicheren Schriften verweisend, bespricht Verf. die Refraktoren, Reflektoren, Okulare, Mikrometer und ist dabei bestrebt, den Leser mit einer möglichst grossen Anzahl verschiedener Konstruktionstypen an der Hand zahlreicher Holzschnitte bekannt zu machen. Von diesen, 169 im Ganzen, entfallen 10 auf gewöhnliche Fernrohrstative, 12 auf Okulare, 8 auf Mikrometer, 12 auf Durchgangsinstrumente und 30 auf Aequatoreale bezw. parallaktische Montirungen. Für Amateure mit geringeren Mitteln werden die beiden auf S. 63 und 66 angegebenen Methoden, azimuthal aufgestellte Fernrohre in parallaktisch aufgestellte zu verwandeln, von Interesse sein.

Ein weiteres Kapitel behandelt den Sextanten, das Altazimuth, den Kometensucher, den Chandler'schen Almukantar, das Heliometer, den Siderostat, das photographische Fernrohr, das Spektroskop und einige andere Instrumente, — zum Theil sehr kurz. Von Photometern ist nur das Pritchard'sche Keilphotometer und das auf der — leider dreieckigen statt kreisförmigen — Abblendung des Objektivs beruhende Knobel'sche Astrometer angegeben. Dass nicht des Zöllner'schen Photometers gedacht ist, welches einem für Photometrie sich interessirenden Amateur doch sehr zur Anschaffung empfohlen werden kann, ist jedenfalls ein Mangel, der sich nur durch den englischen Ursprung des Buches erklären lässt. Die S. 281 angegebene Formel für die Oeffnung x, welche ein Fernrohr haben muss, um einen Stern μ^{ter} Grösse sichtbar zu

machen, wenn a die für die Sterne m^{ter} Grösse nöthige Oeffnung ist, ist offenbar unrichtig, vielleicht in Folge eines Druckfehlers. Sie heisst dort: $x = a \times 2\,\mu - m$, während Ref. findet: $x = a\,h^{1/2(\mu - m)}$, wobei h gleich dem Helligkeitsverhältniss zweier auf einander folgender Grössenklassen, also etwa gleich 2,5 ist.

In ziemlich ausführlicher Weise wird der Bau und die Einrichtung einer Sternwarte besprochen, selbst Kostenanschläge und Baupläne theilt Verfasser mit.

Die 92 Seiten einnehmenden Kapitel über Spektralanalyse und ihre Anwendung auf die Astronomie haben den Greenwicher Astronomen Maunder zum Verfasser; sie sind recht wohl geeignet, den Leser in dieses Gebiet einzuführen. Leider haben die neueren Potsdamer Resultate über die Bewegung gewisser Fixsterne in der Richtung der Visirlinie, mit denen sich die dort namentlich besprochenen englischen Resultate hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit kaum vergleichen lassen, noch keine Erwähnung gefunden. Bezüglich der Lockyer'schen Hypothese, dass alle Weltkörper aus Meteorschwärmen entstanden sind, nimmt Verfasser, und wohl mit Recht, eine zurückhaltende Stellung ein.

Es folgt sodann nach einem der Chronologie gewidmeten Abschnitte noch ein Abriss der Geschichte der Astronomie in tabellarischer Form, ferner ein gewiss vielen Astronomen erwünschtes Verzeichniss aller bedeutenderen Sternkataloge und Kartenwerke, hierauf eine auf Vollständigkeit allerdings nicht Anspruch machende Zusammenstellung astronomischer Handbücher, Zeitschriften u. dergl., ferner eine Anzahl astronomischer Hilfstafeln und ein 14 Seiten umfassendes, alphabetisch geordnetes Verzeichniss astronomischer Fachausdrücke mit ihrer Erklärung.

Von den verschiedenen, ihrem Inhalte nach soeben gekennzeichneten Abschnitten des Buches wird der Eine diesem, der Andere jenem das meiste Interesse abgewinnen. Bei der Besprechung des Werkes in dieser Zeitschrift war besonders die erste, die astronomischen Instrumente behandelnde Hälfte des Buches zu berücksichtigen, welche übrigens auch der charakteristischste, originellste Theil des Buches ist. Während Konkoly's *Praktische Anleitung zur Anstellung astronomischer Beobachtungen*, von der Verfasser gerne eine englische Uebersetzung hergestellt zu sehen wünscht, die Konstruktion der Instrumente ausführlicher behandelt und Challis in seinen *Lectures on Practical Astronomy and Astronomical Instruments* namentlich auf die Theorie der Instrumente und die Reduktion der Beobachtungen eingeht, lehrt Chambers, kurz gesagt, mehr den äusseren Habitus der Instrumente kennen und sucht durch die Fülle des Gebotenen den Leser zu befriedigen.

Kn.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 2. Dezember 1890. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Lindeck sprach über: Die elektrolytische Darstellung des Aluminiums und seiner Legirungen. Nach einem kurzen Ueberblick über die chemischen und die älteren elektrolytischen Methoden erläuterte der Vortragende die neuerdings in grossem Maassstabe ausgebeuteten Verfahren von Cowles und Héroult, welche auf der Verwendung von elektrischen Strömen bis zu 20 000 *Ampere* beruhen. Bei der Besprechung der Eigenschaften des reinen Aluminiums und der für die Technik wichtigen Legirungen, Aluminiumbronze und Alluminiummessing, konnte dank der Güte der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft zu Berlin, eine grosse Auswahl von Rohmaterialien, Zerreissproben und fertigen Erzeugnissen zur Demonstration des Vortrags benutzt werden.

Herr Direktor Dr. Loewenherz machte Mittheilungen über die im Sommer 1891 stattfindende elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. und lud zur regen Betheiligung

bei derselben ein; er wies darauf hin, dass während der Tagungen des Mechanikertages und des sich an diesen anschliessenden Elektrotechniker-Kongresses eine Sonderausstellung von Bedarfsartikeln und Werkzeugen für Mechaniker und Elektrotechniker innerhalb der grossen Ausstellung veranstaltet werde und gab der Hoffnung Ausdruck, dass hieraus für alle Betheiligten erspriesslicher Nutzen erwachsen möge.

Die von dem Bremer Mechanikertage beschlossene Bildung einer allgemeinen deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik macht die Aenderung der Statuten nothwendig. Der Vorstand hat zur Vorbereitung dieser Aenderungen eine Kommission gewählt, welche einen Statutenentwurf bereits ausgearbeitet und berathen hat. Derselbe wird der Generalversammlung im Januar vorgelegt werden, vorher aber schon gedruckt und an die Mitglieder versandt werden.

Zu Mitgliedern der Wahlvorbereitungskommission für die Generalversammlung werden die Herren Dörfer, Haensch jun., von Liechtenstein, Seidel und Sokol gewählt, zu Kassenrevisoren die Herren Cochius und Haensch jun.

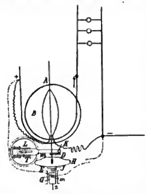
Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Zähler der elektrischen Energie. Von R. P. Bloudlot in Nancy. Nr. 52633 vom 26. Mai 1889.

Die Erfindung bezieht sich auf Vorrichtungen an der durch das Patent Nr. 43779 geschützten Einrichtung zur Erzielung einer dem elektrodynamischen Moment direkt proportionalen Ablenkung der beweglichen Spule eines Elektrodynamometers, welches zeitweise die Kuppelung der Axe dieser Spule mit der Axe eines Zählwerks und die Zurückführung des Elektrodynamometers in die Nullstellung bewirken. Erstere Vorrichtung besteht aus einem Elektromagneten *E*, dessen Kern *G* mit der Axe *z* des Zählwerks und dessen Anker *J* durch eine ovalförmige Feder *H* mit der Axe des Dynamometers *A B* fest verbunden ist, die Kuppelung des Ankers *J* mit dem Kern *G* wird durch in Vertiefungen *m* des Kernes *G* eindringende Stifte *n* des Ankers *J* bewirkt, sobald die Erregung des Elektromagneten stattfindet. In dem Stromkreis dieses Elektromagneten *E* liegt ein zweiter Elektromagnet *L*, dessen schwingender, von einer Feder hochgehobener Anker *T* einen Hebelarm *m* trägt. Bei Erregung von *L* verliert letzterer seinen Stützpunkt, indem Elektromagnet *L* seinen Anker anzieht, und schlägt gegen einen Anschlag *K* eines gekrümmten Hebels *D* auf der Dynamometeraxe, so dass dieser durch das Eigengewicht des Hebelarmes *m* gedreht wird, wodurch das Dynamometer in seine Nullstellung gebracht wird. Die Schliessung des Stromkreises von *E* und *L* in bestimmten Zeitabschnitten wird durch ein besonderes Uhrwerk bewirkt.

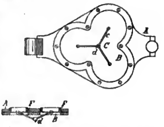


Mikrophon mit schwingender Dämpfung. Von Aktiengesellschaft Mix & Genest in Berlin. Nr. 52694 vom 23. November 1889.

Die Vorrichtung findet bei Mikrophonen mit in Kohlenbalken *K* lose gelagerten Kohlenwalzen *W*, die durch eine nachgiebige Zwischenlage *F* behufs Dämpfung ständig gegen die Zapfenlager senkrecht zur Membran angedrückt werden, Anwendung. Die Vorrichtung besteht darin, dass die Dämpfer *F F* unmittelbar an den Kohlenbalken *K K*, also mittelbar an der Membran *M* selbst befestigt sind, so dass der Druck des mitschwingenden Dämpfers auf die Kohlenwalzen bei jeder Durchbiegung der Membran unveränderlich bleibt.

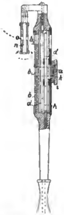


Vorrichtung zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Schallwellen. Von Gianni Bettini in New-York, V. St. A. Nr. 52028 vom 13. August 1889.



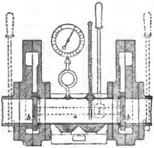
Auf der äusseren Seite einer Membran ist eine sogenannte Spinne *C* mit drei oder vier Armen *c* angebracht, die an verschiedenen Punkten der Membran *B* befestigt sind und sich im Mittelpunkt vereinigen. Hier trägt ein Vorsprung die Schreibspitze *d*. Letztere ist dazu bestimmt, die Schwingungen der Membran aufzunehmen und auf eine geeignete Vorrichtung zum Registriren derselben zu übertragen. Umgekehrt ist die Spitze auch befähigt, durch Rückwirkung Schwingungen an die Membran zur Wiedergabe von Schallwellen abzugeben. Ferner sind in dem Rahmen *A* Schraubenringe *F* auf solche Weise angeordnet, dass durch Tieferschrauben derselben ein Druck auf die Membran ausgeübt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, jeder Abtheilung der Membran eine beliebige Spannung zu geben.

Augenspiegel. Von F. Fritsch in Wien. Nr. 52055 vom 18. Januar 1889.



Der Augenspiegel gestattet eine leichte Zerlegung und eine bequeme Untersuchung des Auges im aufrechten und umgekehrten Bilde. Ein grosser, schwach konkaver Spiegel *b* besitzt eine zentrale und eine periphere Durchblicksöffnung (b_1 und b_2). Vor letzterer ist ein kleiner Doppelspiegel *n* drehbar angebracht, welcher eine mit der Durchblicksöffnung b_2 korrespondirende Oeffnung *o* besitzt. Je nach Bedarf kann man die eine oder die andere Seite dieses Doppelspiegels benutzen oder demselben eine beliebige Winkelstellung ertheilen, ohne dass es nothwendig wäre, das Instrument vom Auge zu entfernen. Die Korrektionsgläserscheiben *d* können sich um eine Hohlaxe *a* frei drehen; sie sind mittels der Deckplatte *h* und einer zur Aufnahme eines Korrektionsglases *k* geeigneten Mutter *i* befestigt.

Vorrichtung zur Bestimmung des Wassergehalts von Dampf. Von M. Gehre in Rath bei Düsseldorf. Nr. 52327 vom 24. September 1889.

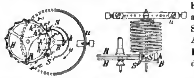


Wird der in dem Raum *a* nach Schliessung der Ventile *b* abgeschlossene Dampf, sowie das übergerissene Wasser weiter erwärmt, so wird das Wasser nachverdampfen. So lange der Dampf gesättigt bleibt, wird Spannung und Temperatur stets in einem bestimmten Verhältniss stehen, wie dies in den bekannten Tabellen angegeben ist. Ist jedoch sämmtliches im Dampf enthaltene Wasser verdampft, so wird bei fortgesetzter Erwärmung die Temperatur höher werden, als sie bei gesättigtem Dampf und gleichem Druck sein müsste. Da nun die Skale des Manometers mit Temperatur- und Gewichtsangaben für die verschiedenen Dampfspannungen versehen ist, so wird der Zeiger des Manometers sowohl, als auch der Quecksilberstand des Thermometers so lange dieselbe Temperatur anzeigen, bis der Dampf in den überhitzten Zustand tritt. Man beobachtet nun, bei welcher Spannung des Dampfes die Temperaturangaben des Thermometers und Manometers von einander abzuweichen beginnen. Aus der Differenz dieser Dampfspannung gegen die beim Beginn des Versuches herrschende kann man die Menge des im Dampf enthaltenen Wassers leicht ermitteln.

Doppelradhemmung für Chronometer mit vollkommen freier Unruhe und für Pendeluhren mit freiem Pendel. Von Siegm. Riefler in München. Nr. 50739 vom 18. Juli 1889.

Um die Hemmung des Triebwerkes vollkommen unabhängig von der Unruhe zu machen, so dass diese ihre Schwingungen völlig frei ausführen kann, ist das bisherige Prinzip der Kraftübertragung vom Triebwerk auf die Unruhe, welches darin besteht, dass das Echappementrad einem an der Unruhaxe angebrachten kleinen Hebel einen Impuls ertheilt, hier verlassen. Die

Unruhe erhält vielmehr den Impuls durch Vermittlung der Spirale, indem der Befestigungspunkt der Spirale (das Spiralklötzchen) bei jeder Unruheschwingung im geeigneten Moment hin und her bewegt wird. Zu diesem Behufe ist ein dreiarmiger Hebel (Stern) B, an dessen einem Arm das Spiralklötzchen k und an dessen beiden anderen Armen je ein Stein $S S^1$ befestigt ist, mit zwei Hemmungsrädern $H R$ verbunden. Jeder der Steine dient als Hebungs- und zugleich als Ruhestein.

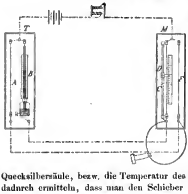


Wird die Unruhe U in der Richtung des Pfeiles aus der Ruhelage gebracht, so bewegt die Spirale den Stern in gleichem Sinne, bis der Stein S^1 sich an die Hebefläche h des Hebungsrades H anlegt. In diesem Augenblick verlässt die Ruhefläche des Steines S den Zahn r^2 des Ruherades R, die Räder drehen sich in der Pfeilrichtung und der Zahn h bewirkt die Hebung, d. h. er drängt den Stein S^1 zurück, bewegt dadurch den Stern entgegengesetzt der Pfeilrichtung und erhöht auf diese Weise die Spannung der Spiralfeder bezw. der Aufhängefeder des Pendels. Die Unruhe bezw. das Pendel schwingt sodann vollends aus, und bei der Rückkehr findet in dem Augenblick, wo sie die Ruhelage in entgegengesetzter Richtung des Pfeiles überschreitet, die zweite Auslösung statt, d. h. der Stein S^1 verlässt den inzwischen vorgerückten Zahn r, und der Zahn h^3 bewirkt die Hebung des Steines S.

Dieses Spiel wiederholt sich bei jeder Hin- und Herschwingung der Unruhe. Dasselbe Prinzip wird bei Pendeluhren in der Weise verwendet, dass den die Aufhängefedern des Pendels tragenden Theilen kleine Drehungen in der Schwingungsebene des Pendels ertheilt und so die Spannung der Aufhängefedern — wie oben der Spiralfeder — entsprechende Aenderungen erleidet.

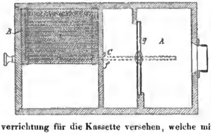
Fernthermometer. Von M. Bertheld in Braunschweig. Nr. 51775 vom 6. September 1889.

Die beiden Hauptheile dieses Fernthermometers sind das eigentliche Thermometer T und der Meldeapparat M. Sowohl Thermometer wie Meldeapparat bestehen im Wesentlichen aus zwei feinen Platindrähten $A B$ und $C F$, welche in einen elektrischen Stromkreis derartig parallel eingeschaltet werden können, dass der Strom durch die Drähte A und B, sowie C und F gleichzeitig hindurchgeht. Die Drähte A und F sind bezüglich ihrer Länge unveränderlich und setzen dem Durchgang des Stromes einen konstanten Widerstand entgegen; die wirksame Länge der Drähte B und C hingegen ist veränderlich. Zwischen A und B, sowie C und F ist ein Telephon eingeschaltet, welches im Allgemeinen bei jeder Stromunterbrechung einen Ton hören lässt, ausser wenn das Verhältniss $A/B = F/C$ ist.



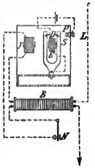
Man kann nun den jeweiligen Stand der Quecksilbersäule, bezw. die Temperatur des Raumes, in welchem sich das Thermometer befindet, dadurch ermitteln, dass man den Schieber D einfach so lange verschiebt, bis in dem Telephon bei Stromunterbrechungen kein Geräusch mehr zu vernehmen ist. An der betreffenden Schieberstellung ist die Temperatur direkt verzeichnet.

Plattenwechselvorrichtung für photographische Kamera. Von E. Wünsche in Dresden. Nr. 52110 vom 17. November 1889.



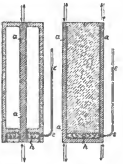
In dem vorderen Raum A der Kamera ist ein Rahmen g angeordnet, welcher vermittels einer feststellbaren Kurbel um 90° gedreht werden kann, um die lichtempfindlichen Platten in die Exponirungsstellung zu bringen. Der hintere Raum R nimmt die Kassette B mit den Platten a auf. Um die letzteren nacheinander vor die Oeffnung f in der Zwischenwand C zu bringen und in den Rahmen g überführen zu können, ist die Kamera mit einer Transportverrichtung für die Kassette versehen, welche mit der unter Nr. 47107 patentirten übereinstimmt.

Apparat zur Erzeugung von Induktionsströmen mittels schwingender Körper. Von E. J. P. Mercadier in Paris. Nr. 52033 vom 31. August 1889.



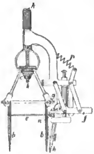
Eine Stimmgabel *D* oder ein anderer geeigneter schwingender Körper wird dadurch elektrisch in Schwingungen erhalten, dass er den Stromkreis des ihn bewegenden Elektromagneten *E* abwechselnd bei *S P* unterbricht und schliesst. Durch diese Schliessungen und Unterbrechungen werden in einer (oder mehreren) im magnetischen Felde des Elektromagneten *E* angeordneten Spule *J* Induktionsströme erzeugt, welche durch die primäre Wicklung einer Induktionsspule *B* fliessen, sobald deren Stromkreis durch den Taster *N* geschlossen wird. Die sekundäre Wicklung der Induktionsspule *B* ist mit Erde und Linie *L* verbunden und sendet daher Induktionsströme zweiter Ordnung in letztere, deren Dauer von den Bewegungen des Tasters *N* abhängt. Statt der gesonderten Spule *J* kann auch eine direkt über die Wicklung des Elektromagneten *E* geschobene Spule zur Erzeugung des Induktionsstromes verwendet werden.

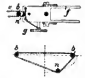
Apparat zur Messung von Zug- und Druckkräften. Von Druckenbrodt in Schöneberg bei Berlin. Nr. 52187 vom 28. August 1889.



Die Stange bezw. Röhre *a*, deren Querschnittsfläche verhältnissmässig sehr klein ist, wird der Wirkung der zu messenden Kraft ausgesetzt und erleidet hierbei Längenänderungen, welche durch Aenderungen des Flüssigkeitsstandes im Rohr *c* angezeigt werden. *c* ist mit einer durch Versuche bestimmten Theilung versehen und steht mit dem mit der Anzeigeflüssigkeit gefüllten Hohlraum *h* in Verbindung.

Ellipsenzirkel. Von G. Eckermann in Hamburg. Nr. 51759 vom 12. September 1889.





Der Ellipsenzirkel ist gekennzeichnet durch die parallel geführten, in die Brennpunkte der zu zeichnenden Ellipse einzustellenden Nadeln *b* und den um die senkrechte Axe *k* des Zirkels drehbaren und gleichzeitig parallel zur Zeichenebene verschiebbaren Träger *f* des Zeichenstiftes, welcher vermittels des mit ihm verbundenen Vorsprunges *n* und einer Feder *p* eine um die Nadeln gelegte, geschlossene Schnur *e* gespannt hält. Bei der Drehung des Trägers *f* um die Axe *k* beschreibt die senkrecht unter dem erwähnten Vorsprung *n* befindliche Spitze *h* des Zeichenstiftes eine Ellipse. *g* und *c* sind Einstellvorrichtungen, deren Wirkungsweise aus der Zeichnung ohne Weiteres erkennbar ist.

Neuerung an Elektrizitätszählern. Von Jul. Cauderay in Lausanne, Schweiz. Nr. 51203 vom 9. Februar 1889.

Die Neuerung bezweckt die Integrirung der Stromstärke im Anzeigeapparat nach der Zeit. Zu diesem Zweck wird ein Arm in einem bestimmten Zeitraum durch ein elektrisch betriebenes Triebwerk einmal auf- und abbewegt. An diesem Arm ist eine Schiene angelenkt, welche am Gestell einen festen Drehpunkt hat und daher mit dem Arm die in einer lothrechten Ebene stattfindende Schwingbewegung mitmacht. Auf der Schiene gleitet der Zeiger des Messapparates; derselbe erfährt demnach entsprechend der Stromstärke bezw. seiner Entfernung vom Nullpunkt eine mehr oder weniger starke Durchbiegung, da bei der Drehung der Schiene um den festen Zapfen die Entfernung der Schienenoberfläche von der Horizontalen vom Drehpunkt nach dem Angriffspunkt des Schwingarmes zu wächst. Die Durchbiegung des Zeigers wird alsdann durch Hebel und Rädertriebwerk auf das Zählwerk übertragen.

Indikator mit selbthätiger graphischer Darstellung der Arbeit in bestimmten Zeitabständen. Von E. Schliegl und A. Siems in Brünn. Nr. 51811 vom 26. Juli 1889.

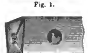
Die Patentschrift beschreibt einen Indikator, welcher fortlaufend in bestimmten Absätzen (nach je 2000 Umdrehungen der zu indizirenden Maschine) von jeder Zylinderseite ein Diagramm zeichnet. Der Indikatorzylinder ist mit den beiden Enden des Dampfzylinders durch eine Rohrleitung verbunden, in welche ein Doppelventil eingeschaltet ist, mittels dessen zeitweise die Verbindung der fraglichen Zylinder hergestellt wird. Dies geschieht durch Knaggen an einer Steuerwelle, die vermittels einer eigenthümlichen Zahnradübersetzung und eines Schaltwerks von dem Federhause der Papiertrommel aus langsam umgedreht wird. Für gewöhnlich bewegt sich das Federhaus, von der über eine Hubreduktionsscheibe geführten Schnur angetrieben, ohne die Trommel mitzunehmen, wird aber mit dieser gleichzeitig mit dem Oeffnen des Ventils durch eine auf der genannten Steuerrolle befestigte Kurvenscheibe und ein Klinkwerk gekuppelt. Die Papiertrommel besteht aus zwei Theilen, von welchen der eine durch Reibung mitgenommen und behufs der Fortrückung des Papierstreifens beim Aufzeichnen eines neuen Diagramms gegen die andern selbthätig verschoben wird.

Für die Werkstatt.

Einfache Zapfenfräsen. Von B. Pensky.

Zum Ansetzen von Zapfen für Schrauben und Stifte mit Kopf gebraucht man Fräsen der in Fig. 1 und 2 dargestellten Form, welche je nach der Arbeit entweder mit der Drehbankspindel rotiren, während das Arbeitsstück dagegengepresst wird, oder gegen das rotirende Arbeitsstück mittels der Penole gedrückt werden. Wo solche Zapfenfräser nicht etwa ohnehin ihrer ganzen Länge nach durchbohrt sind, so dass das hintere Ende der Bohrung der Spitze des Reitstockes als Angriffspunkt dienen kann, müssen am hinteren Ende in der Verlängerung der Axe durch Bohrung Senkungen zum Einsetzen der Penolenspitze angebracht sein. Auch empfiehlt sich die Anbringung eines Querloches (*b*, Fig. 1 und 2), durch welches die in die Bohrung *a* gelangenden Spähne und Verunreinigungen hinaus befördert werden. — Eine andere recht bequeme Form der Zapfenfräse, welche die Verwendung von starkem Flachstahl bedingt, stellt Fig. 3 dar. Das Material wird ausserhalb der vier Schneidezähne um deren Tiefe abgesetzt. Die Rückenfläche dient dann als Anlage des Werkzeuges gegen die von der Spitze befreite Penole.


Fig. 1.


Fig. 2.

Eine sehr einfache Form der Zapfenfräse scheint weniger allgemein bekannt zu sein, welche wegen ihrer grossen Einfachheit und Billigkeit für weniger präzise Arbeiten sehr empfehlenswerth ist. Zu diesem Werkzeuge (Fig. 4) genügt ein Stück ziemlich dünnen Flachstahls (von 2 bis 3 *mm* Stärke bei entsprechender Breite), in welches man in der Mittellinie nahe einer Endkante das der Zapfenstärke entsprechende Loch *a* bohrt. Von der Endkante her wird eine bis in die Bohrung *a* reichende Kerbe eingefeilt, welche gegen die Fläche etwas geneigt steht, ähnlich wie dies bei Schneideisen gebräuchlich ist. Nunmehr wird die Kante *k* mittels eines Hammerschlages gegen das auf Blei oder Hirnholz aufgelegte Werkzeug über die vordere Fläche emporgetrieben und das Werkzeug gehärtet. Die Kante *k*, welche um die grösste Spanstärke über die Fläche hervorragen muss, bildet die einzige aber sehr kräftige Schneide des Werkzeuges.


Fig. 3.


Fig. 4.

P.

Die Vorschriften der Feuerversicherungs-Gesellschaft Phönix in London für elektrische Licht- und Kraftanlagen. Uebersetzt von Dr. O. May, Leipzig 1891. Biedermann.

Die Vorschriften der Londoner Gesellschaft haben sich seit 1882 in England und Nordamerika sehr bewährt. Bei dem Anschluss von Werkstätten, Laboratorien u. s. w. an elektrische Zentralen behufs Licht- oder Kraftlieferung wie bei der Installation von Einzelanlagen wird man mit Vortheil diese Vorschriften befolgen, deren Beachtung den Betrieb zu einem absolut feuersicheren macht. *Lck.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Februar 1891.** Zweites Heft.

Untersuchungen über Schraubenmikrometer[1]).

Von

Dr. **V. Knorre**, Observator der K. Sternwarte in Berlin.

I. Die Theorie.

Die vorliegenden Untersuchungen handeln über den „todten Gang" der Schraube und über die Veränderlichkeit der Koinzidenzbestimmungen von Fäden mit den Veränderungen der Lage des Mikrometers, sowie über die damit im Zusammenhang stehende Abhängigkeit der Angabe der Schraubentrommel von der Lage der Schraube zur Vertikalen.

Für diese Untersuchungen lag bereits ein werthvoller Anfang vor in einer Reihe von Messungen, die Herr Dr. F. Engström im Jahre 1883 auf Vorschlag des Herrn Prof. Foerster am Mikrometer des neunzölligen Refraktors der Berliner Sternwarte ausgeführt hatte, bestehend in zahlreichen Koinzidenzbestimmungen der beweglichen Fäden mit den festen bei verschiedenen Lagen der Schraube.

Durch Ueberlegungen über den Ursprung des todten Ganges wurde ich an der Hand obiger Messungen darauf geführt, dass ausser dem Spielraum, welchen die Schraubenmutter der Schraube gewährt, die Veränderlichkeit der Höhe der Oelschicht zwischen den Schraubenflächen in der Hauptsache die Quelle dieser Erscheinungen sein dürfte. Unter dieser Voraussetzung stellte ich Formeln auf, welche eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit den Beobachtungen gaben. Die genauere Ermittlung gewisser Konstanten nach der Methode der kleinsten Quadrate erforderte jedoch behufs Erlangung einer genügenden Anzahl von Bedingungsgleichungen neue Koinzidenzbestimmungen in grösserer Anzahl und als Gegenprobe eine Wiederholung der Koinzidenzbestimmungen bei geänderter Reihenfolge, nämlich zuerst an verschiedenen Fäden bei gleichbleibendem Positionswinkel, und alsdann umgekehrt.

Nach dem bisherigen Verlaufe der bezüglichen Messungen und Berechnungen an zwei Mikrometern verschiedener Konstruktion der Berliner Sternwarte kann ich nichts finden, was meiner Auffassung widerspräche und ich hoffe, damit einen nützlichen Beitrag zu einer noch zuverlässigeren Anwendung von Schraubenmikrometern liefern zu können.

Zur Vermeidung von Verwickelungen bei der Erklärung der Wandlungen, denen die Oelschicht beim Gebrauche von Mikrometerschrauben unterworfen ist, werde ich zunächst diese Wandlungen gesondert betrachten, ehe ich an die eigentliche Behandlung der Koinzidenzbestimmungen gehe.

[1]) Auszugsweise aus der in den *Astr. Nachr. 125. Nr. 2996 u. 97 (1890)* erschienenen Abhandlung vom Herrn Verfasser mitgetheilt. *D. Red.*

Lässt man einen Tropfen Oel auf eine horizontale Ebene fallen, so wird er sich in eine flache kreisrunde Schicht ausbreiten, welcher Ausbreitung eine gewisse Grenze gesetzt ist. Legt man alsdann einen Gegenstand mit einer ebenen Fläche auf das Oel, so wird dieses unter der Einwirkung des Gewichtes sich so lange weiter ausbreiten, bis das Gleichgewicht der Kräfte wiederhergestellt ist. Hebt man das Gewicht um ein Minimales an und lässt es wieder fallen, dann wird eine weitere Ausbreitung erfolgen, und dies Spiel wird sich bei fortgesetzter Hebung und Senkung des Gewichtes so lange wiederholen, bis zwischen den die Oelschicht zusammenhaltenden Kräften und dem herabfallenden Gewichte Gleichgewicht herrscht. — Denkt man sich hierauf den oberen Gegenstand in eine Drehung um den Mittelpunkt der Oelschicht herum versetzt, so wird eine weitere Ausbreitung erfolgen, bis sich auch hier Gleichgewicht eingestellt hat. — Dieselben Vorgänge werden sich auch dann noch abspielen, wenn von dem Augenblicke an, in welchem das Oel dem Drucke des in Rede stehenden Gegenstandes ausgesetzt wurde, die beiden Ebenen eine zum Horizonte geneigte Lage annehmen. Denn bei der äusserst geringen Höhe der Oelschicht wird die Schwere einen nur noch minimalen Einfluss auf die Formveränderung derselben haben können. — Die Abnahme der Höhe der Oelschicht lässt sich, wie meine Untersuchungen zeigen, durch konvergirende Reihen ausdrücken.



Fig. 1.

Ich will nun die obigen Ueberlegungen auf die Fläche einer Schraube anwenden, auf welcher die eine Fläche der Schraubenmutter ruht. Die Vorgänge bezüglich des Oels bleiben aber dieselben wie bei zwei ebenen Ringen, welche konzentrisch auf einander gelegt sind, nachdem vorher die zur Berührung gelangenden ebenen Seiten mit einer Oelschicht versehen worden sind. War das Oel ziemlich reichlich aufgetragen, so wird es nun nach den Rändern zu abzufliessen bestrebt sein. Gesondert betrachtet wird es aber unter der Einwirkung der Schwere des obern Ringes allein nach beiden Umkreisen, dem äussern sowohl, als auch dem innern, und unter der gewaltigeren Einwirkung der Drehung des obern Ringes nur über den äussern Umkreis hinaus abfliessen. Das alles wird so lange dauern, bis der vorher beschriebene Gleichgewichtszustand eingetreten sein wird. Das Abfliessen des Oeles wird dann aufgehört haben, aber es wird doch das Bestreben darnach sich in einer konvexen Ausbuchtung des Oeles nach beiden Umkreisen (s. Fig. 1. Der Deutlichkeit wegen ist hier und in den folgenden Figuren ein Kantenwinkel der Schraube zu 90° angenommen. Der Pfeil bezeichnet die Lage der Schraubentrommel.) äussern. Diese wird bei der horizontalen Lage der Ringe ihr Maximum, bei der vertikalen ihr Minimum haben. — Nach Vorstehendem unterscheide ich also drei Ursachen der Gestaltänderungen der Oelschicht: 1) Beständigen Druck. 2) Intermittirenden Druck. 3) Drehung. Von diesen drei Ursachen bewirkt die erste die kleinsten, die letzte die grössten Gestaltänderungen.

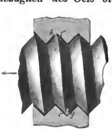


Fig. 2.

Es möge nun Fig. 2 einen Theil der Schraube eines Mikrometers innerhalb der Schraubenmutter darstellen, welche letztere in den beweglichen Schlitten eingeschnitten ist. Die beiden Lager der Schraube mögen an den festen Theilen des Mikrometers angebracht sein, ebenso die Führungen des beweglichen Schlittens, durch welche diesem die einzige Bewegung parallel zur Schraubenaxe vorge-

schrieben ist. Beide Theile, Schraube und Schraubenmutter, haften also unabhängig von einander am Mikrometer.

Ich gehe nun zunächst von den folgenden Voraussetzungen aus: Die Schraubenflächen seien fehlerfrei, d. h. entsprächen den mathematischen Anforderungen, welche an sie gestellt werden; der Schlitten sei an seinen Führungsstellen, welche ihm bei möglichst geringem Spielraum doch freie Bewegung gewähren, gehörig geölt, um die Reibung möglichst zu beseitigen; die Schraubengewinde jedoch betrachte ich zunächst als frei von Oel.

Bezüglich der Lage des Mikrometers nehme ich an, die Fadenebene stände senkrecht zum Horizonte und beginne mit der horizontalen Lage der Schraube; in dieser möge sie innerhalb des Spielraumes, den ihr die Schraubenmutter gewährt, eine Zwischenlage einnehmen, bei welcher keine Berührung der beiderseitigen Schraubenflächen stattfindet (Fig. 2). Einer solchen Stellung steht ja nichts im Wege, da nach der Voraussetzung beide Theile, Schraube und Schraubenmutter, unabhängig von einander ihre Lagerstellen am Mikrometer haben.

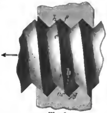


Fig. 3.

Man pflegt Schraubengewinde ganz allgemein so zu schneiden, dass die Schraube sich in die Schraubenmutter einschraubt, wenn man sie im Sinne der Zeiger einer Uhr dreht, vorausgesetzt, dass die Drehung von demjenigen Schraubenende in der Richtung der Axe betrachtet wird, an welchem auch gedreht wird, — in diesem Falle vom Trommelende. Die beiden Drehungsarten nun, durch welche ein Hinein- oder Herausschrauben erfolgt, pflegt man kurz durch „Drehung rechts“ oder „Drehung links“ zu unterscheiden.

Ein beliebiger Punkt *a* der Oberfläche der Schraube wird nun durch Drehungen der letzteren um ihre Axe sich in einer zu derselben senkrechten Ebene bewegen. Er wird sich also bei Rechtsdrehung einem Punkte *c* der Schraubenmutter nähern (Fig. 2). In dem Augenblicke des Zusammentreffens beider (Fig. 3) findet Berührung der nach der Trommel zugekehrten Fläche der Schraube mit der abgekehrten der Schraubenmutter in der ganzen Länge dieser letzteren statt. Ich will hier der Kürze halber diese Berührung die „obere Berührung“ nennen. In dem Augenblicke, in welchem bei weiterer Rechtsdrehung der Punkt *a* den Punkt *c* verlässt, beginnt die Fortbewegung des Schlittens nach der Seite der Trommel zu.



Fig. 4.

Kehren wir nun zur Anfangsstellung zurück (Fig. 2) und drehen die Schraube nach links; dann wird der Punkt *d* sich dem Punkte *f* nähern. Im Augenblicke des Zusammentreffens beider findet der ganzen Länge der Schraubenmutter nach Berührung der von der Trommel abgekehrten Flächenhälfte der Schraube mit der zugekehrten der Schraubenmutter statt (Fig. 4). Ich will sie die „untere Berührung“ nennen. Bei weiterer Linksdrehung erfolgt die Bewegung des Schlittens von der Trommel weg.

Im späteren Verlaufe dieser Abhandlung werde ich mich der Kürze halber noch der folgenden Bezeichnungen bedienen:

„Schraubentrommel oben“ bedeutet, dass das Trommelende der Schraube über ihre horizontale Lage erhoben ist.

„Schraubentrommel unten“ bedeutet, dass das Trommelende der Schraube unter ihre horizontale Lage gesenkt ist.

„Obere Schraubenflächen“ sollen diejenigen sein, durch welche die obere Berührung sich vollzieht (Fig. 3).

„Untere Schraubenflächen“ diejenigen, durch welche die untere Berührung sich vollzieht (Fig. 4).

„Obere Zwischenräume“ diejenigen, welche nach der Seite der Trommel zu liegen, also bei der untern Berührung (Fig. 4) zwischen den Flächen der Schraube und Schraubenmutter ihr Maximum erreichen.

„Untere Zwischenräume“. Dies ist der umgekehrte Fall (Fig. 3).

Richtiger ist es, nur von einem obern und einem untern Zwischenraume zu reden. Denn in der That sind die durch die Zeichnungen der Fig. 3 und 4 im Längsschnitte dargestellten Zwischenräume nur Theile eines und desselben Zwischenraumes, der durch die oberen, oder beziehungsweise unteren Schraubenflächen gebildet wird.

Die Summe $bc + ef$ der gradlinigen Strecken (Fig. 2) oder der ihnen äquivalenten Winkelbewegungen $ac + df$ zwischen der obern und untern Berührung, während welcher der Schlitten an der Bewegung nicht theilnimmt, ist der eigentliche „todte Gang“ der Schraube. Er ist bei einer vollkommenen Schraube, welche den Eingangs gemachten Voraussetzungen entspricht, eine beständige Grösse in der ganzen Ausdehnung der Schraube. Bei einer unvollkommenen Schraube gilt diese Beständigkeit nur für gleiche Stellen der Schraube. Man eliminirt ihn bekanntlich bei Distanzmessungen, indem man auf beide Endpunkte der zu bestimmenden Distanz bei gleichgerichteter Drehung der Schraube einstellt, d. h. entweder nur bei oberer oder nur bei unterer Berührung.

Dies alles gilt für die horizontale Lage der Schraube. Geht man nun von der Anfangsstellung (Fig. 2) zur vertikalen Stellung „Schraubentrommel oben“ über, so findet ein Fallen des Schlittens statt, bis der Punkt c beim Punkte b und h bei e angelangt ist und sich somit die obere Berührung vollzogen hat. Beim Messen einer Distanz wird es in dieser Lage nicht mehr nöthig sein, auf die Drehungsart zu achten. In den Zwischenstellungen zwischen dieser und der horizontalen Lage wird sich derselbe Vorgang abspielen, wenn auch das Fallen in Folge der Abnahme der in der Richtung der Schraubenaxe wirkenden Komponente der Schwere in langsamerem Tempo erfolgen wird, bis bei fortdauernder Annäherung an die horizontale Lage die Reibung des Schlittens an seinen Führungen, wenngleich diese geölt sind, dennoch im Stande sein wird, dieser immer kleiner werdenden Komponente das Gleichgewicht zu halten und dadurch das Fallen des Schlittens gegen die Schraube zu verhindern.

Dasselbe gilt für die Stellung „Schraubentrommel unten“ und die Zwischenlagen bezüglich der Horizontalen. Es findet jedoch in dieser Lage ein Fallen des Schlittens nach der entgegengesetzten Seite statt, welches die Punkte g nach b und f nach e gelangen lässt, und die untere Berührung zur Folge hat.

Beim Gebrauch von Mikrometern wendet man wegen der starken Reibung und der damit verbundenen Abnutzung nie ungeölte Schrauben an. Die eben beschriebenen Vorgänge sind aber auf eine geölte Schraube nicht mehr anwendbar, wie ich jetzt nachzuweisen versuchen werde.

Man denke sich die Schraubenflächen mit einer gleichmässigen, hinsichtlich ihrer Ausdehnung und Höhe unveränderlichen Oelschicht bedeckt; dann werden

sich genau dieselben Vorgänge abspielen, mit dem einzigen Unterschiede, dass der todte Gang um die Summe der Höhen der Oelschicht der vier Schraubenflächen kleiner geworden ist. Zweifellos ist aber die Annahme der „Unveränderlichkeit" der Oelschicht unzulässig.

Es möge nun bei einer frisch geölten Schraube reichlich Oel aufgetragen sein; dann unterscheide ich bei demselben dreierlei Theile:

1) Einen überschüssigen Theil. Die Grösse desselben hängt von der Menge aufgetragenen Oeles ab. Durch den Gebrauch der Schraube wird er nach und nach von dem benutzten Theile derselben nach ihren Enden zu gedrängt, und breitet sich theilweise auch über die Randflächen der Schraubenmutter aus. Feinste Messungen sollte man nicht eher vornehmen, als bis dieser Theil des Oeles fortgeschafft ist.

2) Einen bei jedem Wechsel zwischen Rechts- und Linksdrehung an gleich bleibenden Stellen der Schraubenmutter hin- und her beweglichen Theil, d. h. einen Theil, der durch die jeweilige Drehungsphase nicht mehr aus dem Innern der Schraubenmutter hinausgeschafft wird. Die Grösse desselben nimmt mit derjenigen des überschüssigen Theils gleichzeitig ab und erreicht einen unveränderlichen Betrag, sobald letzterer Theil ganz beseitigt ist.

3) Einen an den Schraubenflächen fest adhärirenden Theil. Es ist das derjenige Theil, welcher den auf ihn wirkenden Kräften das Gleichgewicht hält.

Diese drei Stadien, welche das Oel durchmacht, folgen, wie ich jetzt zeigen will, aus den früheren allgemeinen Betrachtungen.

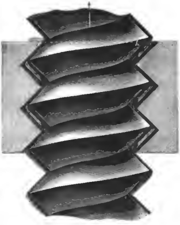


Fig. 5.

Ich gehe wieder von der horizontalen Lage der Schraube (Fig. 2) zur vertikalen „Schraubentrommel oben" über (Fig. 5). Der Schlitten fällt, es vollzieht sich die obere Berührung und die Wirkung des „intermittirenden Druckes" auf das Oel tritt ein, auf welche sogleich diejenige des „beständigen Druckes" folgt, bis die Drehung der Schraube beginnt. Für diese nehme ich zunächst die Rechtsdrehung an, da sie ebenfalls die Annäherung der oberen Schraubenflächen an einander bewirkt.

Durch die beiden Druckerscheinungen wird das Oel aus den oberen Spielräumen nach den umliegenden unteren getrieben, also auch nach oben über die Schraubenmutter hinaus. Die Wirkung beider Ursachen ist aber verschwindend gegen diejenige der Drehung, durch welche das Oel, der Schleuderkraft folgend, nur über die vorspringende scharfe Kante der Schraube nach den unteren Spielräumen gelangt.

In Fig. 5 habe ich das aus den oberen Zwischenräumen nach den unteren herausgetriebene Oel heller schattirt und die Bewegungsrichtung durch Pfeile angedeutet, während die dunklen breiten Striche dasjenige Oel bezeichnen, welches noch keine Veränderung in seiner Lage erlitten hat.

Von dem in die unteren Zwischenräume getriebenen Oel wird sich der grössere Theil an die Schraubenmutter ansetzen, der andere von der Schraube

fortgerissen werden und mit dieser unten aus der Schraubenmutter heraustreten. Gleichzeitig wird bei fortgesetzter Rechtsdrehung die Höhe der Oelschicht in den oberen Zwischenräumen fortwährend abnehmen. An der Eintrittsstelle höher liegender Theile der Schraube in die Schraubenmutter wird die scharfe Kante des Muttergewindes *ik* von der ausserhalb liegenden Oelschicht der Schraube so viel abschneiden, dass ihre Höhe der jeweiligen Höhe der Oelschicht der oberen Zwischenräume gleichkommt. Den abgeschnittenen Theil wird die Schraubenmutter theils nach dem oberen Ende der Schraube treiben, theils wird er sich auf der obern Randfläche der Schraubenmutter selbst ausbreiten.

Hat man die Rechtsdrehung eine Zeit lang fortgesetzt und geht zur Linksdrehung über, so wird sich im Ganzen derselbe Vorgang in umgekehrter Reihenfolge wiederholen. Es wird aber nach der Wiederkehr zum Ausgangspunkte der Rechtsdrehung eine geringere Menge Oeles sowohl nach den oberen Zwischenräumen zurückgelangen, als auch nach dem entgegengesetzten unteren Schraubenende fortgetrieben werden, weil das Gewicht des Schlittens der Drehung entgegenarbeitet und daher der Gesammteffekt der Kräfte, welche auf die an der unteren Schraubenfläche angesammelte Oelschicht einwirken, ein geringerer ist.

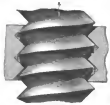


Fig. 6.

Will man aber denselben Effekt erzielen, wie vorher bei der Rechtsdrehung, so muss man die Schraube um 180° im Positionswinkel drehen, so dass die „Trommel unten" zu liegen kommt. Dann wirken wieder bei der Linksdrehung alle Kräfte in gleichem Sinne auf das Oel der jetzt nach oben gekehrten unteren Schraubenflächen ein. Findet häufiger Wechsel bezüglich der Lage der Schraube sowohl, als auch bezüglich des Sinnes der Drehung statt, dann muss endlich ein Zeitpunkt eintreten, in welchem das an den Schraubenflächen haftende Oel den Kräften das Gleichgewicht hält, und nur ein ganz kleiner Theil beweglichen Oeles übrig bleibt, der sich in den einspringenden Winkeln der Schraubenmutter festsetzt (Fig. 6).

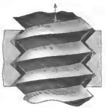


Fig. 7.

Ueber diesen letzteren Theil mache ich die folgenden Voraussetzungen:

1) Er setzt sich in Folge seiner Kleinheit durch die Drehung nur noch an der Schraubenmutter an, wird also durch die Schraube aus dem Innern der Schraubenmutter nicht mehr hinausgeschafft.

2) Es genügt eine ganz geringe Drehung, um ihn aus einem Zwischenraume in den entgegengesetzten zu treiben.

3) Ist das spitze Ende dieses Theiles des Oeles durch Drehung zwischen diejenigen Schraubenflächen gedrungen, welche sonst durch das Gewicht des Schlittens zur Berührung gelangt wären (Fig. 7), so kann es nur wieder durch Drehung in den entgegengesetzten Zwischenraum gebracht werden, während das Gewicht des Schlittens allein nur eine Ausbuchtung des Oeles bewirkt (Fig. 1).

Der Punkt 3) giebt ein Bild davon, was man unter dem „todten Gang einer geölten Schraube", welcher sich beim Wechsel des Sinnes der Drehung zeigt, zu verstehen hat. Denn dadurch, dass sich zwischen die fest adhärirenden Oelschichten ein kleiner Theil beweglichen Oeles festsetzt, wird der bewegliche

Faden bei gleichbleibender Angabe der Trommel eine andere Stellung einnehmen, als wenn diese adhärirenden Oelflächen zur Berührung gelangten.

Hiermit schliesse ich meine Betrachtungen über die Wandlungen der Oelschicht und gehe zur Aufstellung der Formeln über. Bezeichnet man auf einander folgende Ablesungen der Drehungswinkel der Schraube, in ganzen Umdrehungen und Bruchtheilen derselben ausgedrückt und von einer und derselben Anfangsstellung der Schraube gezählt, durch w_1, w_2, w_3, ..., dann wird man allgemein nach einer beliebig grossen Drehungsphase w für den herausgearbeiteten Theil überschüssigen Oeles setzen dürfen:

$$mw + nw^2 + \ldots = h,$$

wo m und n Konstanten bedeuten, welche von der Menge Oeles abhängen.

Ein solcher Ausdruck gilt zwar zunächst für eine und dieselbe Lage der Schraube bezüglich der Vertikalen, und kann nicht ohne Weiteres auf alle verschiedenen Lagen angewandt werden, da je nach der Lage die Drehung unter einem andern Drucke des Schlittens erfolgt und die Menge herausgeschlenderten Oeles also auch von diesem Drucke abhängt. Indessen wird man bei den äusserst geringen Höhen der Oelschicht, um welche es sich handelt, doch annehmen dürfen, dass diese Aenderung des Druckes nicht bedeutend genug ist, um sowohl allein, als auch in Verbindung mit der Drehung der Schraube wesentlich zur Entfernung des Oeles beizutragen, und es soll daher der obige Reihenausdruck unter Vernachlässigung der von dem Drucke abhängenden Glieder den Gesammtbetrag des herausgearbeiteten Oeles nach einer beliebigen Drehungsphase darstellen.

Im weiteren Verlaufe dieser Untersuchungen werde ich an sehr extremen Beispielen zeigen, dass die Darstellung der an einer frisch geölten Schraube beobachteten Koinzidenzen durch meine Formeln kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Sollten aber die von mir gemachten Vernachlässigungen und dadurch erzielten Vereinfachungen der Formeln zu Bedenken Anlass geben, so verweise ich darauf, dass ich namentlich betont habe, dass Beobachtungen vermittels der Mikrometerschraube erst dann vorgenommen werden sollen, nachdem alles überschüssige Oel beseitigt ist. Dieses geschieht in wirksamster Weise, wenn man bei vertikaler Stellung „Trommel oben", die Konstruktion des Mikrometers wie hier vorausgesetzt, den Schlitten rechtsdrehend bis an das Trommelende der Schraube heranschraubt, dann um 180° im Positionswinkel dreht und den Schlitten bis an das andere Ende der Schraube zurückschraubt, dann wieder bei Trommel oben rechts, dann bei Trommel unten links dreht, und das so lange fortsetzt, bis die Koinzidenzen bei jeder Drehungsart gesondert nahezu dieselben Ablesungen wiedergeben. Erst dann wird die Oelschicht bis auf denjenigen Betrag herabgesunken sein (s. Fig 6 und 7), bei welchem ihre Höhe nur noch durch Ausbuchtungen, deren Betrag von der jeweiligen Lage der Schraube bezüglich der Vertikalen abhängt, Veränderungen erleidet; und dann erst kann man, ohne bewusste Vernachlässigungen zu begehen, den Formeln unter Fortlassung des obigen Reihenausdruckes eine noch einfachere Gestalt geben, und aus ihnen den Einfluss berechnen, den die Veränderungen der Höhe der Oelschicht und der damit im Zusammenhang stehenden Koinzidenzen auf die Beobachtungen haben.

Diese durch Ausbuchtungen, d. h. durch den Druck des Schlittens in der Richtung der Schraubenaxe bewirkten Höhenänderungen der Oelschicht lassen sich durch ein Glied von der Form: $G \cos p$ wiedergeben, worin p den Positionswinkel,

gezählt von der vertikalen Stellung der Schraube, G die Aenderung der Trommelablesung für $p = 0°$ bedeutet.

So lange überschüssiges Oel vorhanden ist, wird bei fortgesetzter Drehung der Schraube in dem Maasse, als sich Oel herausarbeitet, auch G kleiner werden. Man wird daher dafür zweckmässig diejenige Aenderung der Trommelablesung zu setzen haben, welche bei der Anfangsstellung der Schraube stattfand, von welcher die Drehungswinkel gezählt wurden. Nach einer beliebigen Drehungsphase w dagegen wird man statt G zu setzen haben:

$$G - (\gamma w + \gamma' w^2 + \ldots) = G - g.$$

Mit dem G werden sich auch noch Aenderungen der Trommelablesungen vermischen, welche von einer etwaigen Durchbiegung der Fäden durch ihre eigene Schwere herrühren.

Die Ausbuchtungen des Oeles können aber noch durch einen Druck des Schlittens hervorgerufen werden, dessen Intensität dem Werthe sin p proportional ist. Da nämlich zwischen dem Schlitten und seinen beiden Führungen ein geringer Spielraum bestehen muss, so treibt bei geneigten Stellungen der Schraube die zu ihr senkrechte, dem sin p proportionale Druckkomponente den Schlitten gegen die zu unterst liegende Führung. Dadurch entsteht stärkere Reibung, der Schlitten wird in seiner Bewegung zurückgehalten und übt einen Druck auf die Oelschichten der Schraubengewinde aus, welcher bei der horizontalen Lage der Schraube am stärksten wird und die grösste Aenderung der Trommelablesung bewirkt. Nennt man diese Aenderung bezüglich beider Führungen R_1 und R_2, dann wird man die Aenderungen für eine beliebige Lage zwischen $p = 0°$ und $180°$ aus $R_1 \sin p$ und zwischen $p = 180°$ und $360°$ aus $R_2 \sin p$ erhalten. Für R_1 und R_2 sind, wie bei G, diejenigen Werthe zu nehmen, welche sie vor Beginn der Drehung hatten und später:

$$R_1 - (\rho_1 w + \rho_1' w^2 + \ldots) = R_1 - r_1,$$
$$R_2 - (\rho_2 w + \rho_2' w^2 + \ldots) = R_2 - r_2.$$

Hieran reiben sich noch zwei, dem sin p proportionale Glieder, deren Entstehung mit dem Oele nichts zu thun hat. Indem nämlich der Schlitten nach der einen der Führungen zu fällt, vollzieht sich ein Gleiten des Schlittens auf den dieser Führung gegenüber liegenden schrägen Schraubenflächen, also auch eine Verschiebung des beweglichen Fadens in der Richtung der Schraubenaxe. Sind überdies die Spielräume an den Führungen des Schlittens grösser als innerhalb der Schraubenmutter, dann können auch noch Drehungen des Schlittens um Axen senkrecht zur Ebene des Fadensystems die Koinzidenzen verfälschend beeinflussen. Ich will auf diesen Punkt nicht näher eingehen, da der Mechaniker es in seiner Gewalt hat, diese Fehlerquelle zu beseitigen, und erwähne nur, dass ich aus meinen umfangreichen Untersuchungen gefunden habe, dass bei Mikrometern von den Dimensionen derjenigen des Refraktors der Berliner Sternwarte Spielräume von 0,1 *mm* in sämmtlichen hier in Betracht kommenden Führungen Fehler erzeugen können, welche den wahrscheinlichen Fehler einer Koinzidenzbestimmung übertreffen. — Diese letzte Fehlerquelle ausgenommen, kann man bei allen übrigen leicht erkennen, in welchem Sinne der bewegliche Faden von dem koinzidirenden festen entfernt wird, woraus man dann auf das Zeichen der aus ihnen entspringenden Korrektionen schliessen kann. Auf eine Uebereinstimmung der so theoretisch bestimmten Zeichen mit den durch Messung gefundenen wird man nur dann

rechnen können, wenn das feste Fadensystem auch wirklich ein solches ist. Im Allgemeinen aber sind die sogenannten festen Fäden auch auf einen mit Mikrometerschraube versehenen Schlitten gespannt; es können also bei Koinzidenzbestimmungen die Bewegungen des festen und beweglichen Fadens sich so zusammensetzen, dass dadurch die Zeichen der Korrektionen, welche aus den Trommelangaben der messenden Schraube allein folgen würden, umgekehrt werden.

Durch die R werde ich nun im Folgenden die Summe aller dem $\sin p$ proportionalen Glieder bezeichnen.

An der Hand der von mir in Betracht gezogenen Fehlerquellen gehe ich an die Anfstellung der Formeln zur Darstellung von Koinzidenzbestimmungen, welche an einem und demselben festen Faden bei vertikaler Stellung der Faden-Ebene gemacht wurden. Bezüglich der Konstruktion des Mikrometers sollen die auf Seite 42 und 43 gemachten Annahmen bestehen bleiben. Zu den gewählten Bezeichnungen habe ich dann noch folgende Bemerkungen hinzuzufügen: G muss über und unter der Horizontalen, also für obere und untere Berührung verschieden angenommen werden, da in beiden Fällen die Höhen der Oelschichten von Hause aus verschieden sein können. Bezüglich der R kommt noch die Unterscheidung wegen der beiden Führungen hinzu; dieselben müssen also für alle vier Quadranten verschieden angenommen werden.

Es mögen dann ferner bedeuten: A und $A - \Delta A$ die Trommel-Ablesungen der beobachteten Koinzidenzen für obere bezw. untere Berührung bei ungeölter, fehlerfrei gedachter Schraube, wo ΔA dann der „wahre todte Gang" ist; H_1 und H_2 die Höhen der Oelschichten vor dem Beginne der Drehung der Schraube; ΔP_1 und ΔP_2 sowie ΔF_1 und ΔF_2 die aus den periodischen bezw. fortschreitenden Fehlern entspringenden Korrektionen der Trommelablesungen bezüglich einer bestimmten Stelle der Schraube für obere bezw. untere Berührung; C allgemein die beobachtete Koinzidenz.

Dann hat man für die Darstellung der Koinzidenzen die folgenden Formeln unter der Voraussetzung, dass die Theilung bei Rechtsdrehung der Schraube wächst.

Drehung rechts, $p = 0°$ bis $90°$:
$$C = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 - (H_1 - h_1) + (G_1 - g_1)\cos p + (R_1 - r_1)\sin p,$$

Drehung links, $p = 90°$ bis $180°$:
$$C = A - \Delta A + \Delta P_2 + \Delta F_2 + (H_2 - h_2) + (G_2 - g_2)\cos p - (R_2 - r_2)\sin p,$$

Drehung links, $p = 180°$ bis $270°$:
$$C = A - \Delta A + \Delta P_2 + \Delta F_2 + (H_2 - h_2) + (G_2 - g_2)\cos p + (R_3 - r_3)\sin p,$$

Drehung rechts, $p = 270°$ bis $360°$:
$$C = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 - (H_1 - h_1) + (G_1 - g_1)\cos p - (R_4 - r_4)\sin p.$$

ΔA und die von den H abhängigen Glieder sind gleich mit dem richtigen Vorzeichen versehen. Die Vorzeichen der von den G und R abhängenden Glieder ergänzen sich mit dem Zeichen von $\cos p$ und $\sin p$ zu dem Zeichen, mit welchem sie auf die Koinzidenzen einwirken. Absolut genommen müsste also das Vorzeichen der Konstanten positiv herauskommen, dasjenige der R jedoch nur bei Rechtsdrehung, bei Linksdrehung dagegen negativ.

Alle diese Vorzeichen werden aber nur dann wirklich zutreffen, wenn die Ausführung des Mikrometers, ganz besonders aber der Schraube, eine möglichst vollkommene, das Oel möglichst rein ist und das feste Fadensystem ein und dieselbe Lage bezüglich der festen Theile des Mikrometers beibehält (Seite 48). Bezüglich der R ist noch erforderlich, dass möglichste Symmetrie in der Anordnung

der Führungen, sowie möglichste Kleinheit der Spielräume an den letzteren bestehe, damit sie nur vom Oele abhängen.

Ist alles überflüssige Oel beseitigt, dann fallen die h, g und r fort nnd die Formeln nehmen die folgende einfachere Gestalt an:

Bei Drehung rechts und für $p = 0°$ bis $90°$: $C = S_1 + G_1 \cos p + R_1 \sin p$,
„ „ links „ „ $p = 90$ „ 180 : $C = S_2 + G_2 \cos p - R_2 \sin p$,
„ „ „ „ „ $p = 180$ „ 270 : $C = S_2 + G_2 \cos p + R_3 \sin p$,
„ „ rechts „ „ $p = 270$ „ 360 : $C = S_1 + G_1 \cos p - R_4 \sin p$.

Hier ist:
$$S_1 = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 - H_1,$$
$$S_2 = A - \Delta A + \Delta P_2 + \Delta F_2 + H_2$$
gesetzt.

Die Korrektionen ΔP und ΔF, deren Kenntniss bei der Lösung des vorliegenden Problems nicht in Frage kommt, müssen nach der bekannten Bessel'schen Methode besonders bestimmt werden. Die A, ΔA, H_1 und H_2 lassen sich nicht von einander trennen, was ebenfalls bedeutungslos ist.

Wenn die wegen der Vorzeichen gemachten Bedingungen zutreffen, müssen nach Beseitigung des überschüssigen Oeles die Konstanten H_1 und H_2, G_1 und G_2, sowie die vier verschiedenen Werthe der R unter einander gleich werden.

Um sich eine richtige Vorstellung über die Vorzeichen zu machen, muss man von derjenigen Koinzidenz ausgehen, für welche die Ablesung A gilt und dann nach einander überlegen, welche Veränderungen in der Lage des beweglichen Fadens vor sich gehen durch das Dazwischentreten der verschiedenen Fehlerquellen. Unter der gemachten Voraussetzung über den Sinn der Theilung wird eine Fortbewegung des beweglichen Fadens vom festen nach der Seite von der Trommel weg eine positive, nach der Trommel zu eine negative Korrektion hervorrufen.

Ich gehe jetzt zur Anwendung meiner Theorie auf die beiden Mikrometer der Berliner Sternwarte — das neuere Bamberg'sche und das ältere Fraunhofer'sche — über. Beide Mikrometer unterscheiden sich nicht unwesentlich von einander sowohl, als auch von der von mir vorausgesetzten Konstruktion. Die Formeln müssen aber der jedesmaligen Konstruktion angepasst werden.

(Fortsetzung folgt.)

Apparat zur Bestimmung der spezifischen Leitungsfähigkeit von Metallen in Zylinderform nach der Dämpfungsmethode[1]).

Von
Dr. G. Mayrhofer in München.

Die Anwendung der Dämpfungsmethode von F. Kohlrausch zur Widerstandsvergleichung und zur absoluten Widerstandsmessung von Drähten ist eine sehr häufige. Zur Bestimmung der Leitungsfähigkeit von massiven Leitern wurde die Dämpfungsmethode, so viel ich aus der mir zugänglichen Literatur erfuhr,

[1]) Auszug aus des Verf. Dissertation, die auch als wissenschaftliches Programm d. k. Kreisrealschule München für 1889/90 veröffentlicht wurde.

von F. Himstedt[1]), dessen Leiter eine Kupferkugel, und von H. F. Weber[2]), dessen Leiter Metallringe waren, benutzt.

Da die Bestimmung der spezifischen Leitungsfähigkeit von kurzen, dicken Metallstücken nach anderen Methoden auf erhebliche Schwierigkeiten stösst, so konstruirte Herr Dr. M. Th. Edelmann in München einen Apparat, der sich auf die Dämpfungsmethode gründet, und liess ihn in seiner mechanischen Werkstatt herstellen. Dabei war er in erster Linie darauf bedacht, den Metallstücken eine Gestalt zu geben, in die alle Metalle ohne besondere mechanische Schwierigkeiten gebracht werden können, und wählte deshalb die Zylinderform, die nächst dem Gusse nur ein Abdrehen erfordert. Diese Gestalt hat noch den weiteren Vorzug, dass sie bei Zuhilfenahme eines dünnwandigen isolirenden Hohlzylinders, dessen innere Dimensionen mit denen der massiven Zylinder genau übereinstimmen, ein Mittel bietet, flüssige Metalle, wie Quecksilber und seine Amalgame, direkt mit jenen zu vergleichen, vorausgesetzt, dass diese Metalle wegen der durch ihre geringe Leitungsfähigkeit bedingten schwachen Dämpfung überhaupt in Betracht kommen können. Eisen und stark magnetisirbare Metalle sind allerdings von vorneherein ausgeschlossen, da solche Metalle wegen der in ihnen induzirten Magnetpole stärker dämpfen, als andere von gleicher Leitungsfähigkeit.



Zu untersuchen, ob sich dieser Apparat für den genannten Zweck eigne, war die Aufgabe, die ich mir auf Veranlassung des Herrn Dr. Edelmann stellte.

1. Die nebenstehende Figur zeigt den Apparat. Damit der schwingende Magnet die in der Regel 43,7 *mm* hohen und 26,5 *mm* im Durchmesser haltenden vertikal aufgestellten Metallzylinder *Z* ihrem ganzen Volumen nach möglichst beeinflusse, wurde für denselben die Hufeisenform gewählt. Der verwendete Hufeisenmagnet wird zunächst an ein Messingstäbchen, das auch noch einen zylindrischen, 113,6 *g* schweren Messingklotz *M* trägt und an dem ein kleiner Spiegel *S* befestigt ist, angeschraubt. An seinem entgegengesetzten Ende hängt das Stäbchen nebst seiner Armatur an einem etwa 35 *cm* langen Kokonfadenbündel. Der Messingklotz dient zur Vergrösserung des Trägheitsmomentes, damit der Beobachter selbst die oft recht umfangreichen, abgelesenen Zahlenreihen notiren kann.

Bevor wir einen der zur Bestimmung seiner Leitungsfähigkeit vorhandenen Metallzylinder zwischen die Schenkel des aufgehängten Magneten auf dem am Apparate angebrachten Tischchen schoben, wurde er stets in einen geschliffenen Glaszylinder von 43,7 *mm* Höhe, 26,5 *cm* innerem Durchmesser und etwa 1 *mm* Glasdicke gesteckt und auf eine Bodenplatte aus Glas gestellt, damit die äusseren Verhältnisse zwischen Magnet und Metallzylinder dieselben waren wie bei Benutzung eines mit Quecksilber gefüllten Glaszylinders. Um die Einstellung der Zylinder zu erleichtern, liess ich zwei feste, bis zur Mitte der Zylinder

[1]) Dissert., Göttingen 1875 und *Wiedem. Ann.* **11.** *S. 812. (1880.)*

[2]) *Berliner Monatsber. 1880. S 476.*

reichende Gegenlager aus Kautschuk an dem Tischchen befestigen, während ein drittes, das einen beweglichen horizontalen, mit einer Schraube festzuklemmenden Stift *s* trug, so angebracht wurde, dass der Zylinder gegen die beiden anderen Lager gedrückt werden konnte.

Zum Schutz gegen Luftströmungen befand sich das am Kokonfaden hängende Messingstäbchen nebst seiner Armatur in einer Glasröhre, die am oberen Ende des Apparates festgeschraubt war; ihr unteres Ende stützt sich auf ein Holzgehäuse *H* mit Fenster, in dem sich der Spiegel bewegte. Der übrige Theil des Apparates war durch eine Glasglocke abgeschlossen, die durch eine Mutter *m* mit Filzunterlage gehalten wurde. Diese Art der Befestigung machte die oben erwähnte Einklemmung der Zylinder nöthig, da durch das Anziehen der Mutter ein Erschüttern des Apparates fast unvermeidlich war. Der ganze Apparat wird mit einem Bolzen an der Wand befestigt.

Zum Ablesen der Ausschläge habe ich ein mit einer horizontalen Skale versehenes Fernrohr benutzt, das ungefähr 1000 Skalentheile von dem Spiegel des Apparates entfernt war. Durch eine in der Nähe des Apparates aufgestellte Drahtspule, welche mit einem galvanischen Elemente und einem an dem Stative des Fernrohres angebrachten Stromschlüssel verbunden war, konnte der Magnet zum Schwingen gebracht werden, während man durch das Fernrohr sah. Zur Bestimmung der Temperatur des Beobachtungsraumes war neben dem Apparate ein Thermometer aufgehängt; für eine Neukonstruirung des Apparates dürfte es sich indessen empfehlen, ein Thermometer gleich am Apparate selbst so anzubringen, dass es die Temperatur im abgeschlossenen Raume angiebt.

Zur Herstellung der Quecksilberzylinder habe ich einen zweiten solchen Glaszylinder, wie den erwähnten, auf eine Bodenplatte aus Glas gestellt und darauf befestigt, indem ich den unteren äusseren Rand mit flüssigem Paraffin bestrich. Hierauf goss ich das Quecksilber vorsichtig hinein, um so gut als möglich das Anhaften von Luftblasen an den Wänden zu vermeiden, und füllte soweit, dass die Quecksilberkuppe über den Zylinder herausragte. Nun schob ich ein Deckgläschen von der Grösse des Glaszylinderquerschnittes über den Zylinder, wodurch die Kuppe abgestreift wurde, und klebte es mit einem schmalen Streifen gummirten Papieres am Zylinder fest; ich erhielt so einen den übrigen Metallzylindern völlig kongruenten Quecksilberzylinder.

2. Bezeichnet K das Trägheitsmoment des Magneten, T_1 seine Schwingungsdauer ohne Dämpfung, Π die Dämpfungskonstante des benachbarten Metalles, λ das logarithmische Dekrement der Gesammtdämpfung, λ_1 das der Luftdämpfung, so ist bekanntlich:

$$\Pi = \frac{2K}{T_1}\left(\lambda\sqrt{\frac{\pi^2+\lambda_1^2}{\pi^2+\lambda^2}} - \lambda_1\right).$$

Ist das Dekrement der Luftdämpfung λ_1 gegen π sehr klein, so geht diese Formel über in:

$$\Pi = \frac{2K}{T_1}\left(\frac{\lambda}{\sqrt{1+\left(\frac{\lambda}{\pi}\right)^2}} - \lambda_1\right),$$

und beim Uebergang zu Briggs'schen Logarithmen wird;

$$\Pi = \frac{2K}{T_1}\,2{,}3026\left(\frac{\lambda}{\sqrt{1+\left(\frac{2{,}3026\,\lambda}{\pi}\right)^2}} - \lambda_1\right),$$

wofür man noch annähernd

$$\Pi = \frac{2K}{T_1} 2{,}3026 \left(\lambda - \frac{\lambda^3}{4} - \lambda_1\right)$$

schreiben kann.[1])

In vielen Fällen hat auch das Glied $\frac{\lambda^3}{4}$ keinen Einfluss auf das Resultat, so dass dann

$$\Pi = \frac{2K}{T_1} 2{,}3026 \; (\lambda - \lambda_1) \text{ ist.}$$

Wird eine Genauigkeit von $^1/_{10}\,\%$ beansprucht, so ist in diesem Falle:

$$\frac{\lambda^3}{4} = 0{,}001\,\lambda,$$

also $\lambda = \sqrt{0{,}004} = 0{,}063$, d. h. das Glied $\frac{\lambda^3}{4}$ kann für $\lambda < 0{,}063$ vernachlässigt werden.

Bleibt nun alles unverändert, also magnetisches Moment, Torsion und Luftdämpfung und ändert sich nur die Metalldämpfung, heisst ferner das jetzige Dekrement λ' und die Dämpfungskonstante Π', so ist

$$\Pi' = \frac{2K}{T_1} 2{,}3026 \; (\lambda' - \lambda_1),$$

so dass sich verhält:

$$\Pi : \Pi' = (\lambda - \lambda_1) : (\lambda' - \lambda_1).$$

Dieses Verhältniss $\Pi : \Pi'$ gewinnt besondere Bedeutung, wenn auch noch angenommen wird, dass das dämpfende Metall weder seine Gestalt, noch seine Stellung gegen den schwingenden Magneten, sondern nur seine stoffliche Beschaffenheit ändert.

Man könnte es in diesem Falle, entsprechend den Ausdrücken „spezifische Leitungsfähigkeit", „spezifischer Widerstand", die spezifische Dämpfungsfähigkeit nennen, wenn Π' die Konstante des Normaldämpfers bezeichnet.

Bei der Kohlrausch'schen Dämpfungsmethode für lineare Leiter[2]) wird dieses Verhältniss dem der Leitungsfähigkeiten beider Dämpfer direkt proportional gesetzt.

Für körperliche Leiter kann diese einfache Beziehung nicht von vornherein als giltig angenommen werden, es ist vielmehr zu erwarten, dass die spezifische Leitungsfähigkeit s eine komplizirtere Funktion von Π ist, also etwa:

$$s = \alpha\,\Pi + \beta\,\Pi^2 + \gamma\,\Pi^3 + \dots .$$

Für die Edelmann'schen Zylinder wäre demnach eine ähnliche mathematische Behandlung, wie sie F. Himstedt für seine Kupferkugel machte, nöthig. Nun kommt in der von Himstedt aufgestellten Formel zur Berechnung der spezifischen Leitungsfähigkeit das logarithmische Dekrement ausser in der ersten Potenz im ersten Gliede auch noch in höheren Potenzen in den folgenden Gliedern vor; diese weiteren Glieder konnten aber bei der Ausrechnung ausser Acht gelassen werden, so dass also der spezifische Widerstand der Dämpfungskonstanten umgekehrt proportional war.

Hiernach gewinnt es grosse Wahrscheinlichkeit, dass auch im vorliegenden Falle des dämpfenden Zylinders mit einer für die Praxis ausreichenden Genauig-

[1]) Vergl. F. Kohlrausch, *Pogg. Ann. Bd. 142. S. 418.*

[2]) Vergl. Kohlrausch, *Praktische Physik, 6. Aufl. 1887. S. 238 und 267* (Gleichg. 7).

keit die spezifische Leitungsfähigkeit der Dämpfung proportional gesetzt werden kann. Für die Versuche wurde deshalb angenommen, dass, wenn Π und Π' die Dämpfungskonstanten und s und s' die entsprechenden Leitungsfähigkeiten zweier Metalle sind, die Gleichung besteht:

$$\Pi : \Pi' = s : s'.$$

3. Als Normalzylinder (Π', s') habe ich nicht Quecksilber, sondern Zinn gewählt. Da nämlich der schwingende Magnet sein Moment nicht unveränderlich beibehält, muss bei jeder Bestimmung des Verhältnisses $\Pi : \Pi'$ für ein Metall ausser dem Dekrement dieses Metalls das der Luftdämpfung und das des Normaldämpfers bestimmt werden. Nun liegt bei dem Quecksilberzylinder die Gefahr des Zerbrechens, oder wenigstens des Verschüttens von Quecksilber sehr nahe; ausserdem geht viel Zeit verloren, weil sehr viele Ausschläge notirt werden müssen, während bei Zinn, das etwa neunmal besser leitet als Quecksilber, viel weniger Ausschläge für eine hinreichende Genauigkeit des Dekrements bürgten. Dazu kommt noch, dass Quecksilber einen kleineren Temperaturkoeffizienten hat als die festen Metalle.

Wurden alle vorhandenen Zylinder nach einander eingestellt und die Dekremente bestimmt, was eine Zeit von etwa drei Stunden beanspruchte, so benutzte ich den Normalzylinder am Anfang und am Ende der Beobachtungen, um Aenderungen des Magneten während dieser Zeit auszugleichen.

Geschah die Abnahme der Schwingungsbogen bei Luft und den schlecht leitenden Metallen sehr langsam, so wurden stets 150 bis 200 Zahlen notirt und 1 mit 101, 6 mit 106 u. s. w. kombinirt; war die Abnahme eine raschere, so genügten weniger; konnten bei besserer Dämpfung nur 3 bis 10 Zahlenpaare in Rechnung gezogen werden, so bestimmte ich mehrere Male hinter einander das Dekrement und benutzte das arithmetische Mittel derselben.

Bei der Berechnung des logarithmischen Dekrementes verwendete ich fünfstellige Logarithmen und reduzirte die Skalentheile in der von Kohlrausch angegebenen Weise auf Bogen.

Zur Bestimmung der Luftdämpfung wurde stets ein leerer Glaszylinder eingestellt. Ausser dem erwähnten Zinnzylinder (spez. Gew. 7,38, berechnet aus absolutem Gewicht und Volumen) hatte ich je einen Zylinder aus Zink (7,21), Kadmium (8,73), Blei (11,46), Antimon (6,73), Wismut (9,91) und Aluminium (2,72), ferner zwei Kupferzylinder, unterschieden durch die Zusätze „alt" (9,01) und „neu" (9,00), sämmtlich in der Edelmann'schen Werkstatt aus möglichst reinem Material hergestellt. Kupfer „alt", dessen Leitungsfähigkeit sich als auffallend gering erwies, war Kupfer, wie es nach der mir von Herrn Dr. Edelmann gegebenen Auskunft vor einigen Jahren nicht besser zu haben war, Kupfer „neu" elektrolytisches Kupfer.

Bei Wismut drückt die geringste Verunreinigung die Leitungsfähigkeit bedeutend herab[1]), weshalb die niedrige Leitungsfähigkeit meines Wismutzylinders nichts überraschendes haben dürfte.

4. Ich habe mit drei durch Gestalt und Gewicht verschiedenen Magneten Versuche angestellt. Magnet I hatte kreisförmigen Querschnitt von 4,15 *mm* Durchmesser, eine Höhe von 53,5 *mm*, ein Gewicht von 12,78 *g* und der beiderseitige Spielraum zwischen Glaszylinder und Magnet betrug 3,45 *mm*. Der Quer-

[1]) Vergleiche Ph. Lenard, *Wiedem. Ann.*, *39. S. 636. (1890.)*

schnitt von Magnet II war ein von zwei parallelen Seiten (Abstand 9 *mm*) und zwei konzentrischen Kreisbogen (Abstand 8,75 *mm*) begrenztes Viereck, seine Höhe 55 *mm*, sein Gewicht 74,02 *g*, der Spielraum 2,45 *mm*. Magnet III hatte als Querschnitt ebenfalls ein von zwei parallelen Seiten (Abstand 8,8 *mm*) und zwei flachen konzentrischen Kreisbogen (Abstand 3,2 *mm*) begrenztes Viereck; seine Höhe war 53 *mm*, sein Gewicht 25,15 *g* und der Spielraum nur 0,95 *mm*. Die Schwingungsdauer betrug bei allen etwa 7 Sekunden. Der dritte erwies sich am geeignetsten, da er am stärksten gedämpft wurde.

Ich beschränke mich nun darauf, von jedem Magneten im Folgenden eine Versuchsreihe anzuführen:

Magnet I.

Metall	λ	λ_1	$\lambda - \lambda_1$	II : II'
Kupfer (neu) . .	0,020 873	0,000 857	0,020 016	6,683
Aluminium . . .	0,009 730	„	0,008 873	2,963
Kupfer (alt) . .	0,007 253	„	0,006 396	2,136
Zink	0,006 105	„	0,005 248	1,752
Kadmium	0,005 547	„	0,004 690	1,566
Zinn	0,003 852	„	0,002 995	1
Blei	0,002 460	„	0,001 603	0,535
Antimon	0,001 529	„	0,000 672	0,224
Quecksilber. . .	0,001 180	„	0,000 323	0,108
Wismut	0,000 967	„	0,000 110	0,0367

Magnet II.

Metall	λ	λ_1	$\lambda - \lambda_1$	II : II'
Kupfer (neu) . .	0,051 374	0,000 543	0,050 831	6,733
Aluminium . . .	0,022 475	„	0,021 932	2,905
Kupfer (alt) . .	0,016 348	„	0,015 805	2,094
Zink	0,013 851	„	0,013 308	1,763
Kadmium	0,012 449	„	0,011 906	1,577
Zinn	0,008 092	„	0,007 549	1
Quecksilber. . .	0,001 430	„	0,000 887	0,1175

Magnet III.

Vom 20. Mai. 19° C.

Metall	λ	λ Mittel	λ_1	$\lambda - \lambda_1$	II : II'
Kupfer (neu) . .	0,119 791 0,119 872 0,119 503 0,119 707	0,119 718 reduzirt: 0,119 259	0,000 625	0,118 634	6,62
Aluminium[1]) . .	0,050 960 0,050 968 0,050 974 0,050 832 0,050 915	0,050 950 reduzirt: 0,050 893	„	0,050 268	2,805

[1]) Der Aluminiumzylinder machte nach Feststellung dieser Tabelle einen Erwärmungsprozess durch; die vorausgehenden Tabellen wurden später aufgestellt. Dadurch erklärt sich die grosse Abweichung der Verh. II : II'.

Metall	λ	$\frac{\lambda}{\text{Mittel}}$	λ_1	$\lambda - \lambda_1$	$\Pi : \Pi'$
Zink	0,032 309 0,032 342 0,032 136 0,032 094	0,032 220	0,000 625	0,031 595	1,763
Kupfer (alt) . .	0,039 259 0,039 148 0,039 002 0,039 127	0,039 134	"	0,038 509	2,149
Kadmium	0,028 702 0,028 732 0,028 762 0,028 686	0,028 721	"	0,028 096	1,568
Zinn	0,018 566 0,018 546 0,018 582 0,018 488	0,018 546	"	0,017 921	1

Magnet III. (Fortsetzung.)

Vom 23. Mai. 20° C.

Metall	λ	$\frac{\lambda}{\text{Metall}}$	λ_1	$\lambda - \lambda_1$	$\Pi : \Pi'$
Zinn	0,018,515 0,018 509	0,018 512	0,000 625	0,017 887	1
Blei	0,010 563 0,010 406	0,010 485	"	0,009 860	0,5514
Antimon	0,004 775 0,004 788	0,004 782	"	0,001 157	0,2324
Quecksilber. . .	0,002 826	0,002 826	"	0,002 201	0,12305
Wismut	0,001 426 0,001 366	0,001 396	"	0,000 771	0,0431

Zur leichteren Vergleichung der mit den drei verschiedenen Magneten erhaltenen Werthe für das Verhältniss $\Pi : \Pi'$ diene folgende Zusammenstellung:

Metall	Magnet			Mittel	für *Hg* = 1
	I.	II.	III.		
Kupfer (neu) . .	6,683	6,733	6,62	6,67	57,50
Aluminium . .	—	—	2,805	2,805	24,18
" . .	2,963	2,905	—		
Kupfer (alt) . .	2,136	2,094	2,149	2,934	25,29
Zink	1,752	1,763	1,763	1,759	15,17
Kadmium	1,566	1,577	1,568	1,570	13,54
Zinn	1	1	1	1	8,61
Blei	0,535	—	0,5514	0,543	1.68
Antimon	0,224	—	0,2324	0,228	1,97
Quecksilber. . .	0,108	0,1175	0,12305	0,116	1
Wismut	0,0367	—	0,0431	0,0399	0,34

Aus diesen und den übrigen Tafeln glaube ich mit Recht schliessen zu können, dass die Verhältnisse der Dämpfungskonstanten von dem verwendeten Hufeisenmagnete unabhängig sind, was ja theoretisch zu erwarten war.

Für Quecksilber = 1 entsprechen die beigesetzten Zahlen mit Ausnahme von Kupfer (alt) und Wismut (siehe 3) den Leitungsfähigkeiten dieser Metalle.

Aus allen Beobachtungen ergab sich als wahrscheinlicher Fehler einer Bestimmung weniger als $^1/_2$ %.

5. Da alle festen Metalle nahezu denselben Temperaturkoeffizienten (0,004) haben, wurden bei der Vergleichung der Zylinder mit dem Normalzylinder Zinn die Unterschiede der Temperatur im Beobachtungsraum vernachlässigt. Anders verhält sich die Sache bei Quecksilber, dessen Temperaturkoeffizient 0,0009 beträgt.

Sind s und s_0 die Leitungsfähigkeiten von Quecksilber bei $t°$ bez. 0°, s' und s'_0 diejenigen von Zinn, so ist:

$$\frac{s_0}{s_0'} = \frac{s}{s'} \frac{1-0{,}004\,t}{1-0{,}0009\,t}\,.$$

Mit dem Magneten III habe ich an sechs verschiedenen Tagen das Verhältniss $\Pi : \Pi'$ für Quecksilber und Zinn bestimmt und in der folgenden Tabelle auf 0° reduzirt.

	Nr. der Tabelle	Temperatur	$\Pi : \Pi'$ bei dieser Temperatur	Reduktionsfaktor	$s : s' = \Pi : \Pi'$ bei 0° C.
Quecksilber . . .	5	15,5°	0,1211	0,9513	0,1152
„	6	16	0,1203	0,9497	0,1142
„	9	20	0,12305	0,9369	0,1153
„	13	15	0,1202	0,9529	0,1145
„	14	20	0,12291	0,9369	0,1152
„	15	12	0,1203	0,9602	0,1155
				Mittel:	0,1150.

Demnach ist die Leitungsfähigkeit meines (Normal)-Zinnzylinders, bezogen auf Quecksilber von 0°:

$$\frac{1}{0{,}115} = 8{,}696\,.$$

Zur definitiven Feststellung der Leitungsfähigkeiten meiner Zylinder, bezogen auf diesen Werth für Zinn, nehme ich diejenigen Verhältnisse $\Pi : \Pi'$, die ich erhielt, nachdem die Zylinder, ausser Zinn, eine Erwärmung in einem Luftbade mit nachfolgender langsamer Abkühlung durchgemacht hatten. Bei den leichtschmelzbaren war das Temperaturmaximum 130°, bei Kupfer „alt“ und „neu“ 220°. Die Leitungsfähigkeit von Aluminium stieg nach wiederholtem, immer stärkerem Erwärmen bis zu 240° und jedesmaligem Abkühlen fortwährend, eine weitere Steigerung auf 270° wirkte wieder schwächend. Die Verbesserung der Leitungsfähigkeit durch diesen Prozess betrug im Allgemeinen etwa 1 %, bei Aluminium 11 %. Zu den erhaltenen Resultaten setze ich die von Oberbeck und Bergmann in *Wiedem. Ann.* ***31.*** *S. 810 (1890)* zusammengestellte Tafel der Leitungsfähigkeiten hinzu, obwohl fast jeder der Beobachter die Metalle in anderer Form untersuchte. Ein gegossenes Stück und ein Draht, eine durch Elektrolyse entstandene dünne Platte haben eine so verschiedene molekulare Struktur, dass

diese bei einzelnen Metallen allein schon hinreichen dürfte, wesentlich verschiedene Zahlen zu Tage zu fördern. Von der Schwierigkeit, chemisch reines Material in grösserer Menge zu erhalten, will ich ganz absehen.

Metall	Leitungsfähigeit bei 0°				
	Mayrhofer	A. Matthiessen M. v. Bose	Bénoit	H. F. Weber	A. Oberbeck J. Bergmann[1])
Kupfer (neu) . .	57,85	60,36	55,86	—	54,87
Kupfer (alt). . .	18,64	—	—	—	—
Aluminium . . .	27,03	—	30,86	—	30,17
Zink	15,50	17,52	{ 16,92 16,10	16,65	15,93
Cadmium	13,80	14,32	13,96	13,95	13,77
Zinn	8,70	7,56	8,237	9,876	9,045
Blei.	4,80	5,02	4,819	5,111	4,688
Antimon	2,11	2,79	—	—	2,459
Quecksilber . . .	1	1	1	1	1
Wismut	0,37	0,75	—	0,8004	0,8205

6. Dass eine Differenz in den Dimensionen der Zylinder namentlich bezüglich des Durchmessers auf die Dämpfungsverhältnisse von grossem Einflusse ist, lässt sich voraussehen. Bei drei Kupferzylindern, von denen der eine 0,5 *mm* (d. s. 1,9 %) dicker, der andere ebensoviel dünner war als der von normalem Durchmesser, unterschieden sich auch die Dekremente um etwa 10 %. Der Einfluss der Höhe ist weniger merklich und wurde mit Quecksilberzylindern untersucht. Ist die Höhe um 10,7 % geringer als normal, so wird das Dekrement um 6,8 % kleiner, ist sie um 20 % geringer, so wird das Dekrement 13,3 % kleiner.

Dass der Edelmann'sche Apparat, der ja noch mancher technischer Verbesserungen fähig ist, zur Bestimmung der spezifischen Leitungsfähigkeit von massiven Metallzylindern sich mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit eignet, dürfte hiermit erwiesen sein.

Eine neue Form des Perimeters.

Von
Dr. **P. Braunschweig**, Assistent der Universitäts-Augenklinik zu Halle a. S.

Das Perimeter zur Bestimmung des Gesichtsfeldes hat seit seiner ersten Konstruktion durch Förster[2]) mannigfache Modifikationen erfahren. Doch scheint zu klinischem Gebrauche neben dem überall bekannten Förster'schen Instrumente wohl nur noch das Scherk'sche[3]) sich weitere Verbreitung haben verschaffen zu können. Förster benutzt zur Gesichtsfeldmessung einen metallenen Halbring, der, in seiner Mitte um eine horizontale feststehende Axe drehbar, eine allmälige Durchführung durch alle Meridiane des Gesichtsfeldes gestattet. Die Summe aller

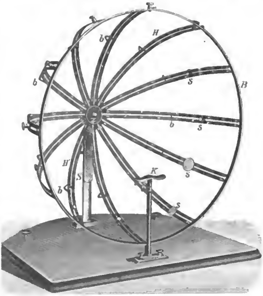
[1]) Im 1. Heft von *Wiedem. Ann. 42. S. 99 (1891)* veröffentlicht J. Bergmann neuerdings folgende Werthe: Kupfer: 56,447, Zink: 16,045, Zinn: 7,789 und Blei 4,873.

[2]) Graefe's *Archiv III. 2 S. 1.*

[3]) Zehender's *Klin. Monats-Bl. X. S. 151.*

Bewegungen ergiebt die Oberfläche einer Halbkugel. In weiterer Ausführung desselben Gedankens stellt das Scherk'sche Instrument eine feststehende hohle Halbkugel dar, die sich in zwei seitliche durch Charnier verbundene Hälften theilen lässt. Die komplizirten selbstregistrirenden Perimeter haben ihres hohen Preises wegen ausgedehnteren Eingang wohl kaum gefunden.

Das nachfolgend beschriebene Perimeter wurde in der Absicht konstruirt, den wesentlichsten Uebelstand des Scherk'schen Instrumentes zu heben. Bei dem Gebrauche desselben ist dem Untersuchenden eine sichere Kontrole darüber nicht möglich, ob der Patient fixirt oder nicht; denn da dieser mit der vorderen Hälfte seines Kopfes in der undurchsichtigen Hohlkugel steckt, der Arzt aber neben ihm stehen muss, während er das Prüfungsobjekt herumführt, lässt sich diese für die Erzielung sicherer Werthe absolut nöthige Kontrole nicht ausüben. Somit wird das besonders für schnelle Messungen und klinische Demonstrationen so ausgezeichnete Instrument für die Untersuchung ungeübter oder wenig intelligenter Kranker nicht verwendbar, während beim Förster'schen Instrumente eine augenblickliche anschauliche Wiedergabe sämmtlicher Messungsresultate nicht möglich ist.



Die Anordnung unseres Perimeters ist die folgende: Drei Paare rechtwinklig sich kreuzender Halbkreise von Bandeisen *HH'* sind zu einem korbartigen Körper vereinigt und im Kreuzungspunkte so mit einander verbunden, dass je zwei benachbarte Meridiane gleiche Winkel, also den dritten Theil eines Rechten einschliessen. Jeder Meridian besteht aus zwei nebeneinander laufenden, einen Zentimeter breiten Streifen, die durch ihre Stärke vor Durchbiegung geschützt, einen etwa 3 *mm* breiten Schlitz zwischen sich fassen. Verbunden sind diese durch zwei auf der konvexen Seite angebrachte eiserne Brücken *b*, 45 Grad von der Peripherie abstehend, zweitens durch ein den ganzen Rand umlaufendes breites Band *B*, welches die Enden sämmtlicher Halbkreise in sich aufnimmt und drittens durch je zwei Schrauben in der Nähe des Vereinigungspunktes. Dadurch ist ein etwaiges Zusammendrücken des Schlitzes nahezu unmöglich gemacht.

Die Bänder sind auf beiden Seiten geschwärzt und auf der Innenseite — auf der oberen Hälfte auch aussen — mit Eintheilung von fünf zu fünf Grad versehen. Ein kleiner knöcherner Zapfen *z* am hinteren Pol giebt den Fixirpunkt. Der Durchmesser der Meridiane beträgt 60 *cm*.

In den Schlitzen bewegen sich Schrauben, welche durch einen Einlass, der

sich dicht neben dem äusseren Umfassungsbande befindet, mit Leichtigkeit einzuführen sind. Der massivere Kopf der Schraube bleibt auf der konvexen Seite der Halbringe, die mit der Schraube verbundene flache Endscheibe *s* in der Konkavität. Diese Endscheibe von 1 *cm* Durchmesser dient für gewöhnlich als Prüfungsobjekt. Sie ist entweder weiss oder mit einem aus farbigem Tuch gestanzten Blättchen bedeckt. Durch Benutzung einer bequem aufzusetzenden Kappe lässt sich der Durchmesser der Endplatte, also das Prüfungsobjekt, nach Bedarf vergrössern.

Die Anwendung des Apparates ist sehr einfach: Eine Schraube wird durch den Einlass eines Meridianbogens in den Schlitz eingeführt und dem Fixirpunkt so weit genähert, bis der Untersuchte das Objekt wahrnimmt, sodann mit einer knappen Vierteldrehung an dem Meridianband festgestellt. Die Gewinde der Schrauben sind möglichst steil gearbeitet, um sofortiges Lockern und Anziehen zu ermöglichen. Da eine einmal festgestellte Schraube die Passage durch den Schlitz sperrt, so ist dafür Sorge zu tragen, dass, wenn zwischen 90 Grad und dem Fixirpunkt mehrere Grenzen zu markiren sind, z. B. bei Skotom, die dem letzteren zunächst gelegene zuerst abgesteckt wird, und ebenso wird bei Prüfung der Farbenfeldgrenzen mit grün, der Farbe der engsten Zone zu beginnen sein. Und sollten Verschiebungen der Farbengrenzen durch einander vorkommen, dann ist die Auswechselung und nochmalige Einführung der Schrauben eine Sache weniger Augenblicke. Es empfiehlt sich, bei der Untersuchung die rechte Hand mit einem mattschwarzen Tuche zu umhüllen, z. B. mit einem photographischen Einstelltuch, um den Kranken nicht durch helle, in den Bereich des Gesichtsfeldes tretende Gegenstände zu verwirren.

So lässt sich die Bestimmung der Grenzen für Gesichtsfeld und Farbenfelder in kürzester Zeit und unter dauernder Kontrole des Patienten bewerkstelligen. Die Grenzpunkte sind dann, durch die Scheibchen bezeichnet, zu einem übersichtlichen Bilde vereinigt, ein Umstand, der für die Zwecke der klinischen Demonstration besonders erwünscht sein dürfte.

Sollte für gewisse subtile Untersuchungen der fixirte Abstand von 30 Grad zwischen den Meridianen zu gross sein, so lässt sich durch Lösung einer Schraube am Pol der ganze Korb drehen und in jeder beliebigen Zwischenstellung festmachen; im Allgemeinen dürfte jedoch der Winkel von 30 Grad auch für eingehende Untersuchungen ausreichen.

Aus technischen Gründen können die Schlitze nicht bis zum Fixirpunkt fortgeführt werden; sie lassen sich nur bis etwa 3 Grad von ihm entfernt offen halten, müssen dann aber durch eine den hinteren Pol bedeckende massive Scheibe geschlossen werden.

Das Korbgestell ist an eine starke Eisensäule *S* geschraubt und kann an dieser höher oder tiefer gestellt werden; ebenso lässt sich die Kinnstütze *K*, welche auf einer hohlen Messingsäule ruht, auf- und abwärts bewegen und auch seitlich verschieben.

Der ganze Apparat steht auf einem polirten Holztisch. Herr Mechaniker Kleemann in Halle, Manergasse 5, liefert das Instrument in guter Ausführung nebst den erforderlichen in einer hier nicht mit abgebildeten Schieblade enthaltenen Schraubensätzen mit Köpfen in den Farben weiss, blau, roth, gelb und grün zum Preise von 75 Mark, mit weissem Schraubensatz allein für 60 Mark.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Erfahrungen über die Verwendbarkeit von Aluminium für Messinstrumente.

Von Prof. **Dr. M. Schmidt** in München.

Ueber die Verwendung von Aluminium zur Anfertigung geodätischer Präzisionsinstrumente enthält das *Handbook and illustrated catalogue of the Engineers' and Surveyors' Instruments made by Buff and Berger, Boston Mass. 1891* einige beachtenswerthe Mittheilungen, die auch für die deutsche Präzisionsmechanik nicht ohne Interesse sein dürften. Wir nehmen deshalb Veranlassung, die wichtigsten Punkte jener Mittheilungen hier hervorzuheben und unsererseits einige gelegentliche Bemerkungen anzuschliessen.

In Folge der neuesten Verbesserungen in der Herstellung von reinem Aluminium und im Hinblick auf den grossen Preisrückgang desselben wird in nächster Zeit die Verwendung dieses schönen und durch werthvolle Eigenschaften ausgezeichneten Metalles unstreitig mehr und mehr in Frage kommen. Die Anwendung des Aluminiums für die Anfertigung geometrischer Instrumente wurde bereits im Jahre 1868 durch die Herren Buff & Berger in Boston befürwortet; indessen ist bei seiner Verwendung für Instrumente der feinsten Art grosse Vorsicht geboten. Thatsächlich bietet zwar dieses leichte Metall vor den gegenwärtig und bisher für Messinstrumente zumeist angewendeten Kupferlegirungen gewisse Vortheile, allein weit schwerer fallen die Nachtheile ins Gewicht, welche die Verwendung des reinen Aluminiums mit sich bringt. Denn trotz seiner grösseren Festigkeit ist es doch weich wie Zinn und wenn man es mit 10% Kupfer legirt, um es härter zu machen, so wird es sehr brüchig und bei 20 oder 30% Kupfergehalt ebenso zerbrechlich wie Glas. Deshalb scheint das Aluminium kein passendes Material für Präzisionsinstrumente zu sein.

Eine Legirung von 95 Gewichtstheilen Aluminium und 5 Theilen Silber giebt erfahrungsgemäss befriedigendere Resultate, weil diese Legirung sich härter und dabei nur wenig schwerer zeigt als das reine Metall. Dabei besitzt dieselbe eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe und zeigt eine bedeutende Politurfähigkeit, weshalb sie sich besonders gut für Theilungen eignet. Allein der Silbergehalt dieser Legirung wird ihre Verwendung nur ausnahmsweise gestatten.

Bei Anwendung von Aluminiumbronze aus 90% Kupfer und 10% Aluminium wird in Bezug auf Gewichtsverminderung der Instrumente nur sehr wenig gewonnen. Die aus dieser Metallkomposition gefertigten Instrumententheile könnten mit Rücksicht auf ihre grössere Festigkeit mit etwas geringeren Abmessungen ausgeführt werden als bei Verwendung anderer Kupferlegirungen, doch zwingt meist die Rücksicht auf thunlichste Ausschliessung von Vibrationen auf dem Transport und beim Gebrauch im Felde dazu, die Theile massiver zu gestalten, als es die Festigkeitsrücksichten allein erfordern würden. Daraus folgt, dass sich eine wesentliche Gewichtsminderung durch Aluminiumbronze nicht erzielen lässt.

Eine Ausnahme von dieser Regel besteht bei der Herstellung von grösseren, für feste Aufstellung bestimmten, astronomischen Instrumenten, bei welchen Aluminiumbronze bis zu einem gewissen Grade vortheilhaft verwerthet worden ist. Ihre Verwendung ist übrigens auf unbewegliche Theile beschränkt, denn wenn Zapfen daraus hergestellt werden, welche in Lager oder Büchsen aus weichem Kupfer oder aus Zinnlegirungen streng eingepasst sind, so wird die Reibung und Abnutzung dieser Theile eine so beträchtliche, dass man niemals daran denken kann, sie anstatt des Stahles, des Glockenmetalles oder der Phosphorbronze bei irgend einem laufenden Stücke anzuwenden, das eine sanfte Bewegung und dabei gleichzeitig eine sichere Führung erhalten soll.

Darüber kann dagegen kein Zweifel herrschen, dass das Aluminium bei minder wichtigen Instrumenten grössere Vortheile als Messing gewährt. Für die Anfertigung der Sextanten und Reflexionskreise, von gewöhnlichen Kompassen, Messtischköpfen und dergleichen, erscheint es vollkommen geeignet; dagegen ist es für Präzisionsinstrumente, wie etwa für feine Theodolite, nicht allgemein zu empfehlen.

Nur in wenigen und seltenen Fällen mag die Anwendung dieses Metalles für die Ausführbarkeit eines Instrumentes in konstruktiver Beziehung wirklich von wesentlicher Bedeutung sein, wie z. B. bei solchen Arten von Grubentheodoliten, welche steile Schachtvisuren nach auf- und abwärts ohne die Verwendung eines seitlichen Fernrohres gestatten sollen. Bei derartigen Instrumenten sind die Fernrohrstützen exzentrisch angeordnet und werden in diesem Falle nebst dem Fernrohre, um ein möglichst geringes Gegengewicht zu erfordern, aus Aluminium gefertigt.

Es ist auch versucht worden, ganze Theodolite aus Aluminium herzustellen, aber abgesehen von der Neuheit dieser Sache kann kein wesentlicher Vortheil hierfür geltend gemacht werden. Denn wenn alle feineren Instrumententheile aus dem weichen Aluminium gemacht werden, wie die Zapfen, die Gleitflächen und Führungen, die Stellschrauben und Mikrometerwerke, so müssen diese sämmtlich mit einem härteren, weniger Reibungswiderstände bietenden Metalle umgeben werden, um sie gegen allzu rasche Abnutzung zu schützen und ein strenges Passen, sowie eine sichere Führung auf die Dauer zu erzielen. Wollte man aber die Haupttheile eines Instrumentes aus verschiedenen Metallen zusammensetzen, so verlieren dieselben ihren festen Zusammenhalt an den Verbindungsstellen schon in Folge der ungleichmässigen Ausdehnung und Zusammenziehung der mit einander verbundenen Metalle. Es würde das soviel bedeuten, dass der gegenwärtige hohe Vollkommenheitsgrad unserer Instrumente, welche ihre Justirung trotz der stark wechselnden Temperaturen behalten, mit einem Male aufgegeben werden sollte, ohne dass dadurch andere wesentliche Vortheile erreicht würden. Damit wäre gewiss ein gewaltiger Rückschritt unserer Instrumententechnik unvermeidlich verbunden. Denn die unüberlegte Verbindung von Metallen mit wesentlich verschiedener Wärmeausdehnung macht ein Instrument völlig wandelbar und unzuverlässig, ausgenommen den einen Fall, dass es bei derselben Temperatur benutzt wird, für welche es berichtigt ist.

Die neuere Instrumententechnik hat jedoch auch ohne Aluminium bereits grosse Erfolge in der Gewichtsverminderung der Feldinstrumente erreicht, besonders durch eine zweckmässige, widerstandsfähige Gestaltung und durch geeignete Verwendung festerer Metalle an Stelle des weichen Messings. Nur selten findet man heute noch den schwerfälligen und unförmlichen Instrumentenbau, wie er noch vor zwanzig Jahren üblich war; man ist vielmehr auch auf diesem Gebiete ebenso fortgeschritten wie etwa in der Ingenieurtechnik, welche von den alten schwerfälligen Holzbrücken zu den weitgespannten und zierlichen, aber nicht minder festen Stahlbrücken übergegangen ist.

Jeder wichtige Theil eines Instrumentes ist nach seiner besonderen Beanspruchung zu bemessen und zu gestalten, die Materialstärken sind auf das unbedingt nöthige Maass zurückzuführen und für alle einzelnen Theile sollten nur die geeignetsten und zugleich festesten Stoffe verwendet werden. Wird diese Regel zum Grundsatz erhoben, so ergiebt sich auch ohne die Anwendung von Aluminium eine höchst beträchtliche Gewichtsverminderung der Instrumente. Ueber die geeignetste Gestaltung der Instrumententheile, sowie die besten und widerstandsfähigsten Querschnittsformen besitzt man ja grosse Erfahrungen; vorzügliche Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Herstellung selbst verwickelter Konstruktionsformen, so dass es in der That nicht mehr nöthig ist, sich mit den unförmlichen und schwerfälligen Instrumenten von früherer Zeit zu begnügen. Durch die sorgfältige Ausnutzung konstruktiver Mittel haben es geschickte Mechaniker bereits erreicht, dass Grösse und Gewicht unserer heutigen Messinstrumente bis auf etwa zwei Drittel von demjenigen Betrage sich vermindert haben, welcher vor 15 und 20 Jahren der übliche war. Auf dem gleichen Wege muss und wird in Zukunft sicher noch mehr erreicht werden. Denn wiewohl die Abmessungen der Instrumente schon beträchtlich vermindert worden sind, so hat doch ihre Leistungsfähigkeit und Standfestigkeit dessen ungeachtet mehr und mehr zugenommen. Es ist dieser Erfolg wesentlich dadurch erreicht worden, dass man als Mittel der Erhöhung der Standfestigkeit nicht mehr ein hohes Eigengewicht der Instrumente verlangt, sondern die Sicherheit der Aufstellung durch eine zweckmässige Stativ-

konstruktion und durch unveränderliche Verbindung des Instrumentes mit derselben zu erhöhen verstanden hat, was in einer Zeit, in welcher stark vergrössernde Fernrohre und empfindliche Libellen verlangt werden, von erhöhter Bedeutung erscheinen muss.

Nach allen diesen auf vielseitige Erfahrung gestützten Erwägungen scheinen uns die auf Erzielung einer zierlichen Gestaltung und auf die so dringend nöthige Gewichtsverminderung der Messinstrumente gerichteten Bestrebungen viel weniger durch die Verwendung der leichten Metalle, wie des Aluminiums oder des Magnesiums gefördert zu werden, als durch eine zweckentsprechende Massenvertheilung, durch eine sorgfältige Auswahl und Verwendung des besten und festesten Materials, sowie eine sachverständige und geschickte konstruktive Anordnung und Gestaltung aller einzelnen Instrumententheile. Auf diesem Wege sollten die Verfertiger fein gebauter Messinstrumente dem Ziele der Vervollkommnung der Instrumente näher zu rücken streben.

Referate.

Zur Geschichte der Brennspiegel.

Von Eilh. Wiedemann. *Wied. Ann.* ***39.*** *S. 110. (1890.)*

Bekanntlich soll Archimedes seine Vaterstadt Syrakus in den Jahren 214 bis 212 v. Chr. ausser durch seine sinnreichen Maschinen auch durch Brennspiegel vertheidigt haben, mit denen er die Schiffe der Feinde in Brand steckte. Mag diese Ueberlieferung Sage sein oder nicht, so ist doch schon durch sie die Frage, wie weit die Kenntniss der Brennspiegel nachweislich in das Alterthum hineinreicht, von einem allgemeineren Interesse. Aus diesem Grunde sei hier kurz der Inhalt der E. Wiedemann'schen Abhandlung in etwas veränderter Reihenfolge gegeben.

Die älteste Angabe über die Lage des Brennpunktes findet sich am Schluss der *Katoptrik* des Euklid (um 300 v. Chr.). Es heisst dort (*Theorem 31*): Von Hohlspiegeln, die der Sonne gegenüber aufgestellt werden, wird Feuer entzündet. Als Brennpunkt wird aber fälschlich der Kugelmittelpunkt angegeben, da Euklid, bezw. der Verfasser des ihm zugeschriebenen Werkes, nicht beachtet, dass alle von der Sonne auf den Spiegel fallenden Strahlen parallel angenommen werden müssen, und nur zeigt, dass alle Strahlen, die durch den Kugelmittelpunkt gehen, zu ihm zurückgeworfen werden. Weiter soll dann Diokles (im 6. Jahrh. nach Chr.) den Brennspiegel auf einen hohen Grad vervollkommnet und auch eine Schrift darüber verfasst haben. Von der letzteren sind aber nur noch wenige Bruchstücke vorhanden. Aus einigen weiteren Fragmenten geht hervor, dass die Alten auch schon parabolische Brennspiegel kannten und benutzten.

Zwei Traktate über Brennspiegel, die beide erhalten sind, hat der hervorragendste arabische Optiker Ibn al Haitam (Alhazen; er starb 1038) verfasst. Das erste davon, über die sphärischen Brennspiegel, hat folgenden Inhalt: Ausgehend von dem Reflexionsgesetz beweist der Verfasser, dass Strahlen, die parallel der durch den Mittelpunkt gelegten Axe auffallen, nach der Axe reflektirt werden, und zwar werden nach einem Punkte der Axe alle Strahlen reflektirt, die auf der Peripherie eines zur Axe senkrechten Kreises auffallen, aber nur diese. Die Entfernung eines jeden solchen Brennpunktes von dem Mittelpunkt der Kugel ist grösser als der vierte Theil des Durchmessers. Je näher der Kreis, an welchem die Reflexion eintritt, an dem Pol liegt, um so näher am Kugelmittelpunkt liegt der Brennpunkt. Ist der Abstand eines Punktes des reflektirenden Kreises vom Pol grösser als die Seite eines regulären in einen grössten Kreis eingeschriebenen Sechsecks, so liegt der Brennpunkt ausserhalb der Kugel. Die Ableitung dieser und anderer Sätze geschieht auf geometrischem Wege. Es wird hervorgehoben, dass man die von der Sonne auf den Spiegel fallenden Strahlen als parallel annehmen kann. Besonders interessant sind dann die Angaben, welche Ibn al Haitam über die

Konstruktion eines Brennspiegels macht. Da die von einem Kreise reflektirten Sonnenstrahlen nicht genügen, um eine Entzündung hervorzubringen, werden schmale, Kugeln von verschieden grossen Radien angehörige Zonen an einander gefügt, die sämmtliche Strahlen nach derselben kurzen Strecke der Axe reflektiren. Man konstruirt zunächst aus dem charakteristischen Kreisstück des ersten Ringes, durch dessen Rotation um die Axe die erste Zone entsteht, dasjenige Stück der Axe, nach welchem die Strahlen reflektirt werden. Aus diesem wird dann das charakteristische Kreisstück des nächsten Ringes durch eine weitere in der Schrift genau angegebene Konstruktion gefunden. Die nach wiederholter Anwendung der letzteren entstehende Kurve wird auf Stahlblech übertragen und ausgeschnitten. Die Ränder der so erhaltenen Lehre werden dann feilenartig zugehauen, und mit ihnen wird das Metall, aus welchem der Spiegel gefertigt werden soll, auf der Drehbank ausgedreht. Um Kreise von sehr grossem Radius, wie sie für sehr grosse Brennspiegel gebraucht werden, zeichnen zu können, giebt Ibn al Haitam die Konstruktion eines Zirkels an. (In der Wiedemann'schen Abhandlung findet sich eine Beschreibung und Abbildung desselben.)

Die zweite hierher gehörige Schrift handelt von den parabolischen Brennspiegeln. Es wird bewiesen, dass alle der Axe parallel auf ein Hohlparaboloid auffallende Strahlen nach einem Punkte der Axe reflektirt werden, der um den halben Parameter von dem Scheitel absteht. Dann folgt die Methode zur Herstellung von Parabelspiegeln, sowohl solcher, die vor, wie solcher, die hinter der reflektirenden Fläche ihren Brennpunkt haben. Die Methode ist analog der für die Konstruktion von Kugelspiegeln gegebenen, nur dass natürlich auf die zum Ausdrehen dienende Platte nicht Kreise, sondern Parabeln gezeichnet werden. Die Parabeln werden durch ein besonderes, in dieser Schrift nicht beschriebenes Instrument erhalten.

Aus diesen beiden Traktaten des Ibn al Haitam haben die Gelehrten des Abendlandes ihre Kenntniss von dem Wesen des Brennspiegels geschöpft. Die Schrift über den parabolischen Hohlspiegel ist von Wilhelm von Mohrbeck ins Lateinische übersetzt und ihr Inhalt von dessen Zeitgenossen und Freund Witelo (um 1300) in das achte Buch der von ihm verfassten Optik aufgenommen. Ebenso lassen des Letzteren Angaben über sphärische Brennspiegel Beziehungen zu den Betrachtungen des Ibn al Haitam erkennen. Auch Johannes Peckham, Erzbischof von Canterbury (1228 bis 1291), spricht von Brennspiegeln, die nach Ibn al Haitam's Methode hergestellt sind. Roger Baco's (1214 bis 1294) Schrift *de speculis* stützt sich fast ganz auf arabische Quellen und die späteren Forscher Europas greifen auf Baco zurück.

Am Schlusse seiner Abhandlung weist Professer Wiedemann nach, dass Roger Baco Teleskope mit Linsen noch nicht gekannt hat. *E. Br.*

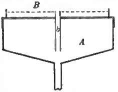
Ombrograph und Atmograph.

Von H. Wild. *Repertorium für Meteorologie. XIII. Nr. 8. (1890.)*

Die exakte Registrirung der Niederschläge in fester Form gehört zu den schwierigsten Aufgaben der ausübenden Meteorologie. Führt man durch Heizung den bequemeren flüssigen Aggregatzustand herbei, so ist ein Verlust durch Verdampfung unvermeidlich und nur dadurch näherungsweise in Rechnung zu ziehen, dass man die Gesammtsumme des verzeichneten Schneefalls mit derjenigen eines danebenstehenden gewöhnlichen Regenmessers vergleicht. In denjenigen Gegenden, in welchen der Niederschlag nur zum kleineren Theil in Form von Schnee herniedergeht, wird man sich trotzdem der heizbaren Regenmesser bedienen, weil sich dabei eine fortlaufende stetige Registrirung erreichen lässt. Demgemäss hatte auch Herr Wild im Jahre 1866 für die von ihm geleitete Sternwarte zu Bern durch den Mechaniker Hasler derartige Ombrographen konstruiren lassen, welche theils auf der Horner'schen Wippe, theils auf der sonst wohl noch nicht vorgekommenen Anwendung eines kleinen oberschlächtigen Mühlrades beruhten. Nach seiner Uebersiedelung nach Petersburg kam indessen Herr Wild sehr bald zu der Ueberzeugung,

dass hier ein auf Wägung beruhender registrirender Regenmesser weit mehr am Platze sein würde. Einen solchen liess er deshalb 1876 von Herrn Hasler in Bern herstellen. Seit dem Jahre 1878 sind die in Pawlowsk erfolgenden Aufzeichnungen desselben regelmässig bearbeitet und in den *Annalen des physikalischen Zentralobservatoriums* veröffentlicht worden. Im Jahrgang 1878 dieser Annalen ist der Apparat auch kurz beschrieben; gleichwohl scheint derselbe nicht allgemein bekannt geworden zu sein, indem zum Beispiel Herr L. Rotch kürzlich in der Beschreibung seines *Blue Hill Observatory* die Ansicht äusserte, dass der nach seinen Angaben von Gebr. Richard in Paris hergestellte Regen- und Schneemesser den ersten erfolgreichen Versuch zur Registrirung des Schnees ohne Schmelzung desselben darstelle. Aus diesen Gründen liefert uns jetzt Herr Wild in sehr dankenswerther Weise eine genaue, durch Figuren erläuterte Beschreibung des Doppelinstrumentes Ombro- und Atmograph. Hier können wir nur die Grundzüge desselben angeben; zunächst soll dieses für die Sommerform des Apparates geschehen.

Auf eine zweckentsprechend ausgeführte Winkelhebelwage wirkt zunächst das Gewicht eines zylindrischen, unten konischen und mit Abflussrohr versehenen Blechgefässes A; der Hahn des Abflussrohres wird für gewöhnlich geschlossen gehalten. Auf das Gefäss A ist unmittelbar das ungefähr ebenso weite, flache Verdunstungsgefäss B gesetzt, welches nahezu bis an den Rand, bis zu der punktirten Linie der Figur, mit Wasser angefüllt ist. Das Gewicht des Ganzen nimmt daher im Allgemeinen stetig ab; erfolgt aber Regen, so steigt das Gewicht, denn aus einem noch wesentlich höher gelegenen, fest aufgestelltem Auffangtrichter fliesst das Regenwasser in das Verdunstungsgefäss B, und aus diesem bei genügendem Regenüberschuss durch ein zentrales Rohr b in das darunter gelegene Gefäss A. (Letzteres kann nach Belieben vermöge des oben genannten Abflussrohres vollkommen entleert werden, ohne dass B von seiner Wasserfüllung etwas abgieht).



Die Gewichtsänderungen von A und B zusammen bewirken entsprechende Standänderungen des Zeigers der Waage, welcher über einem vertikal abwärts gehenden endlosen Papierstreifen spielt. Alle 10 Minuten wird elektromagnetisch der Stand des Zeigers auf diesem Papierstreifen markirt, und gleich darauf letzterer immer um etwa 1 *mm* vorangeschoben. (Diese Registrirung stimmt mit derjenigen des Luftdrucks bei dem Wild'schen Barographen vollkommen überein.)

Nach jedem stärkeren Regen wird das im Gefäss A angesammelte Wasser durch Oeffnen des Hahnes abgelassen, damit der Schreibstift den Rand des Papierstreifens nicht überschreitet.

Bei der Bearbeitung der Aufzeichnungen wird jede Verminderung der Ordinaten innerhalb der 10 Minuten ausschliesslich als Verdunstung, und jede Vergrösserung derselben ausschliesslich als Niederschlag aufgefasst. Verf. räumt ein, dass dieses Verfahren nicht ganz einwandfrei ist, erklärt aber die daraus entstehenden Fehler für äusserst gering. Beträchtlich grösser sind die Fehler, welche bei starkem Winde aus den Schwankungen der Waage entspringen; da sie jedoch nach beiden Seiten in gleicher Weise erfolgen, so gelingt es leicht, die wahre Stellung der Zeigerspitze als mittlere, in den allgemeinen Verlauf der Kurve hineinpassende zu erkennen. Um das Verdunstungsgefäss B gegen den direkten Einfluss des Windes und der Sonnenstrahlen, sowie gegen unmittelbares Eindringen von Niederschlägen u. s. w. zu schützen, ist dasselbe von einem Holzhüttchen mit Jalousiewänden umgeben.

Für den Winter wird das Verdunstungsgefäss B überhaupt entfernt; dem nach oben etwas verlängerten Gefässe A wird alsdann der Schnee durch einen Auffangtrichter mit sehr geringer Verengerung zugeführt. Der Schnee stellt dann den verdunstenden Körper dar; wächst derselbe zu sehr an, so wird ein Theil mit Hilfe eines Löffels ausgeschöpft; fehlt es aber an Schnee, so wird das Gefäss A bis zu einer bestimmten Höhe mit Eis

gefüllt. Der Abstand der verdunstenden Fläche von der Mündung des Auffangtrichters ist ziemlich gross (grösser als 0,5 *m*), so dass nur von relativen Angaben der Verdunstung die Rede sein kann. (Die Normalapparate für Verdunstung und direkte Messung des Niederschlags befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft des in Rede stehenden Registrirapparates.)

Der zweite Abschnitt der Abhandlung befasst sich noch eingehender mit der Aufstellung und mit den Leistungen des Ombro- und Atmographen. Für den ersteren dienten als Norm die stündlichen Niederschlagsbeobachtungen, welche 1888 im Juli, August und September ausgeführt wurden, wie überhaupt in diesem Jahre zu Pawlowsk alle meteorologischen Elemente direkt auch stündlich beobachtet worden sind, um die Registrirapparate zu kontroliren *Sp.*

Die Vokalsirene, eine neue Methode zur Nachahmung von Vokalklängen.

Von A. Eichhorn. *Wied. Ann.* **39.** *S. 149. (1890.)*

Unter dem Namen Wellensirene hat Dr. R. König folgende Vorrichtung beschrieben: An dem Rande einer kreisförmigen Scheibe oder eines Zylinders sind mehrfach hintereinander Kurven ausgeschnitten, welche durch Zusammensetzung zweier Sinuslinien entstanden sind. Wird nun durch eine schmale, radial zur Scheibe, bezw. parallel zur Zylinderaxe gerichtete Spalte senkrecht zur Ebene der Kurve ein Luftstrom gegen den Rand der schnell rotirenden Scheibe bezw. des Zylinders geblasen, so entstehen zwei einfache Töne. Herr Eichhorn hat nun einen solchen für Demonstrationsversuche ausserordentlich geeigneten Apparat für drei und mehr Töne hergestellt und darauf, durch den Erfolg ermuthigt, auch versucht, die Vokalklänge in ähnlicher Weise nachzuahmen.

Aus den in der Literatur vorhandenen Angaben berechnete er die Schwingungskurven von 23 Vokalklängen, zeichnete die Kurven in grossem Maassstab möglichst genau auf und stellte auf photographischem Wege verkleinerte Nachbildungen her, die auch in der Abhandlung durch Holzschnitte wiedergegeben sind. Von ihnen ist etwa der dritte Theil mit Hilfe des eingangs beschriebenen Apparates, den der Verfasser nun Vokalsirene nennt, experimentell geprüft worden. Die Resultate waren folgende: *a* und *ä* wurden deutlich wiedergegeben, minder deutlich *u* und *o*, Kurven für *ü* liessen einen *u*-Laut hören; für *i* ergaben sich negative Resultate; *ö* und *e* wurden nicht geprüft. Der Verfasser glaubt, dass mit besser gearbeiteten Apparaten, als ihm zur Verfügung standen, günstigere Resultate erzielt werden könnten. *E. Br.*

Bestimmung der Aenderung der Schwere mit der Höhe.

Von Dr. M. Thiesen. *Trav. et Mém. du Bureau intern. des poids et mesures. Vol. VII.*

Die vorliegende Arbeit enthält eine experimentelle Bestimmung des Koeffizienten, welcher die Aenderung der Schwere mit der Höhe im *Pavillon de Breteuil* ausdrückt. Der Verfasser giebt zunächst eine Beschreibung seiner Einrichtungen. Unter dem Dache des Gebäudes über dem Treppenhause war eine gewöhnlich zu hydrostatischen Wägungen benutzte Waage aufgestellt; von ihren Schalen führten Messingdrähte nach einer um 11,5 *m* tiefer, auf einer nach dem Keller führenden Treppe gelegenen Station und trugen dort ein zweites Paar von einem Holzgehäuse geschützter Schalen. Die Verbindungsdrähte waren durch Umschliessungsröhren gegen äussere Störungen geschützt. Als Versuchsobjekte dienten in erster Linie Platiniridiumzylinder, deren jeder wenig schwerer war als 1 Kilogramm, die späteren Prototype Nr. 2, 7, 31. Diese Stücke wurden mit einander verglichen, während das eine auf der unteren, das andere auf der oberen Station auf verschiedenen Schalen sich befand. Zwischen den Theilwägungen wurden dieselben sowohl oben als unten auf ein gegebenes Zeichen auf den rechten und linken Schalen mit einander vertauscht. Eine zweite Wägung, mit Vertauschung der Gewichte unten und oben, lieferte dann bei Berücksichtigung der Korrektion wegen der Verschieden-

heit der Luftdichte an den beiden Stationen, die Vermehrung des Gewichtes unten durch die Variation der Schwere. Um etwaige systematische Fehler erkennen zu lassen, wurden später statt der Platiniridiumzylinder auch vergoldete und platinirte Hohlkugeln aus Messing benutzt, die bei 16 mal kleinerem Gewichte ein doppelt so grosses Volumen hatten. Als Mittelwerth aus einer grösseren Zahl von Versuchen ergab sich eine Vermehrung des Gewichtes unten um 2,842 *mg* ± 0,015 *mg* pro Kilogramm.

Verfasser weist nun auf den bisher kaum beachteten Umstand näher hin, dass schon sehr kleine Massen starke lokale Verschiedenheiten der gesuchten Grösse herbeiführen können. Unter Berücksichtigung der aus der besonderen Lage der beiden Stationen folgenden Korrektionen ergiebt sich als Schlussresultat für die Aenderung der Schwere im *Pavillon de Breteuil* für 1 *m* Höhenunterschied

$$\gamma = 0{,}000\,000\,278$$

mit etwa 3% Unsicherheit. Bei der Anwendung dieses Koeffizienten auf die Reduktion von Wägungen, bei welchen sich die Schwerpunkte der Gewichtsstücke in verschiedenen Höhen befinden, ist noch auf die Anziehung der Pfeiler Rücksicht zu nehmen, auf welchen die Waagen stehen.

Für dieselbe Grösse sind durch die Theorie Werthe gegeben, die je nach den Voraussetzungen, von denen man ausgeht, zwischen

$$\gamma = 0{,}000\,000\,196 \text{ und } \gamma = 0{,}000\,000\,318$$

liegen. Der gefundene Koeffizient erklärt sich durch die Lage des Pavillons de Breteuil am Abhange eines Plateaus. *Sch.*

Instrumente aus dem physikalisch-mechanischen Institut von Dr. M. Th. Edelmann in München.
Elektrotechn. Zeitschr. 11. S. 669 u. 686. (1890.)

1) Das kleine Wiedemann'sche Galvanometer. Das wesentlich Neue in dieser abgeänderten Form des bekannten Wiedemann'schen Galvanometers ist die Aufhängung des Spiegels, welche Edelmann bei allen Spiegelinstrumenten seiner Werkstatt mit gutem Erfolg zur Anwendung bringt. Gewöhnlich wird der Ablesespiegel in einer Fassung an dem Metallstäbchen festgekittet, an welchem das Magnetsystem aufgehängt ist. Bei der sehr geringen Dicke der Spiegel bedingt dieses Verfahren neben anderen Uebelständen häufig ein Krummziehen der spiegelnden Fläche; ein Spiegel, der vor dem Einsetzen in das Instrument ein gutes Bild lieferte, ist nachher unbrauchbar. Edelmann bohrt in den Spiegel drei kleine Löcher; eines derselben dient zum Aufhängen des Spiegels am Kokonfaden vermittels eines Aluminiumhäkchens; in den beiden anderen ist das Magnetsystem an einer Gabel aus Aluminiumdraht befestigt. Durch Verdrehen des Aluminiumdrahts kann der Spiegelnormale die gewünschte Richtung gegeben werden. — Das Galvanometer wird, je nach dem Zwecke, zu dem es dienen soll, mit den verschiedensten Wicklungen versehen. Rollen mit genau abgeglichenem Widerstand von 1, 10, 100, 1000 oder 10,000 *Ohm* ist ein Thermometer beigefügt, dessen Kugel sich innerhalb der Drahtwindungen befindet.

2) Hängegalvanometer. Das Instrument ist für Werkstätten konstruirt, in welchen wegen der zu grossen Nähe von Eisenmassen, z. B. von Drehbänken, und in Folge von Raummangel ein geeigneter Platz für einen Stromzeiger meist nicht vorhanden ist; ferner kann es in Hörsälen als Vorlesungsgalvanometer benutzt werden.

Galvanometerrolle, Dämpfer und Suspensionsröhre sind auf einer flachen Dose von 30 *cm* Durchmesser montirt, in welcher der mit einem Glockenmagneten verbundene Zeiger schwingt; die Bewegungen desselben können durch eine den unteren Boden der Dose bildende Glasplatte hindurch beobachtet werden. Das aperiodische Instrument wird mit drei Drähten so an der Zimmerdecke befestigt, dass die Richtung der Drähte mit der Ebene der Decke einen Winkel von etwa 45° bilden. Schraubhaken dienen als Ersatz für Stellschrauben zum Ausrichten des Galvanometers. *Lck.*

Ueber eine Verbesserung des Schlittenmikrotoms.

Von Prof. R. Thoma. *Ztschr. f. wiss. Mikroskopie* **7.** *S. 161.* *(1890.)*

Verf. weist auf den auch in *dieser Zeitschrift* bereits mehrfach (vgl. *1884 S. 218, 1891 S. 27*) erörterten Umstand hin, dass für die Führung des Messerschlittens zwischen zwei zu einander geneigten Ebenen fünf Berührungspunkte genügen, jeder weitere aber schädlich ist. Diese fünf sehr kleinen Gleitflächen sind schwach konvex gestaltet. Sie arbeiten um so sanfter, wenn sie etwas abgenutzt sind, die kleinen Berührungsflächen also eine gewisse Grösse erhalten. Je feiner jedoch die Schnitte werden sollen (man fertigt Schnitte bis zu 0,002 *mm* herab), um so kleiner müssen die Flächentheilchen sein. Zur Erzielung sicherer Führung wird der Messerschlitten schwer gemacht. — Die vom Verf. seinerzeit auch in der Detailanordnung angegebenen Mikrotome sind von Jung in Heidelberg ausgeführt worden. Die bisherigen Konstruktionen liessen die Herstellung lückenloser Serienschnitte nur bis zu 1 *cm* Gesammthöhe des Objektes zu. Verf. hat neuerdings eine Konstruktion angegeben, welche dies bei Objekten bis zu 3 *cm* Höhe gestattet. Die Schlittenbahn des Objektschlittens steht dabei senkrecht, und auch der Objektschlitten wird an fünf Punkten geführt, die Hebung aber durch Mikrometerschraube bewirkt. Der Objekthalter ist behufs richtiger Orientirung um zwei gekreuzte Horizontalaxen drehbar. Verf erwähnt noch eines einfachen Mittels, um die mitunter wünschenswerthe Veränderung der Neigung der Messerfläche gegen die Schnittebene leicht vorzunehmen. Unter die Spannfläche des Messers werden zwei kreisrunde Scheiben gelegt, welche keilförmig geneigte Flächen besitzen. In der Anfangslage bilden beide Scheiben eine parallele Platte. Durch Verdrehen der Scheiben gegeneinander erhält man Neigungen der beiden Flächen gegeneinander bis zum doppelten Betrage des Keilwinkels. Die einfache Einrichtung wird von Herrn Jung in Heidelberg geliefert. *P.*

Ein empfindliches Barometer.

Von Dr. O. Kleinstück. *Praktische Physik.* **3.** *S. 220.* *(1890.)*

Das für Demonstrationsversuche bestimmte Barometer besteht einfach aus einer Kochflasche, die durch einen durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen ist, durch den ein sehr enges Glasrohr bis auf den Boden ragt. In die Flasche ist 1 *cm* hoch Wasser gefüllt. Es wird dann, je nachdem der äussere Luftdruck zu- oder abnimmt, das Wasser im Glasrohr fallen oder steigen. Die sehr erhebliche Abhängigkeit des Apparates von der Temperatur beseitigt der Verfasser dadurch, dass er die Flasche in ein grösseres Gefäss mit Wasser von Zimmertemperatur taucht und die Dauer der Versuche auf sehr kurze Zeit beschränkt. Der Apparat eignet sich besonders dazu, die Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe zu demonstriren; er soll schon eine Höhendifferenz von 1 *m* mit Deutlichkeit anzeigen. *E. Br.*

Messapparate für Schule und Laboratorium.

Von Dr. K. Noack. *Zeitschr. für den Physik. und Chem. Unterricht.* **3.** *S. 1 u. 57.*

Der Verfasser beschreibt eine Reihe zweckmässiger Abänderungen des Demonstrationsgoniometers von Weinhold, die in der Absicht angebracht wurden, diesen Apparat beim Unterricht zu einer grossen Anzahl von Messversuchen aus den verschiedensten Theilen der Physik verwendbar zu machen. Bei den geringen Mitteln, welche den Laboratorien unserer höheren Schulen meist zu Gebote stehen, ist ein solcher Universalapparat, wenn er dazu noch so billig hergestellt werden kann wie der vorliegende, sehr erwünscht.

Das Instrument kann als Magnetometer, Galvanometer und Tangentenbussole, zu optischen Versuchen und zum Nachweis mechanischer Gesetze gut verwandt werden, wie vom Verfasser mitgetheilte Versuchsreihen erkennen lassen, welche für den in Rede stehenden Zweck recht brauchbare Resultate ergeben haben. *Lck.*

Neu erschienene Bücher.

Der logarithmische Rechenschieber. Von K. v. Ott. 2. Aufl. 67 S. Prag. Ottomar Beyer.

Das vorliegende Schriftchen hat den Zweck, der Einführung des logarithmischen Rechenschiebers in das praktische Leben die Wege zu ebnen. Verf. tritt lebhaft für die Verwendung desselben in den Kreisen der Ingenieure, Architekten, Geschäftsleute u. s. w. ein; er geht so weit, zu fordern, dass der Gebrauch des Rechenschiebers in den Elementarschulen gelehrt werden soll und es ist interessant zu erfahren, dass dies in England thatsächlich der Fall ist.

Verf. beginnt mit einer gemeinverständlichen Erläuterung der Logarithmen und des logarithmischen Rechnens und lässt dann die Theorie des Rechenschiebers und Vorschriften über seinen Gebrauch folgen, welche durch zahlreiche Uebungsaufgaben und Zeichnungen näher erläutert werden.

Unter den vielen in Gebrauch gekommenen Rechenschiebern bezw. Rechenstäben hält Verf. die von Tavernier-Gravet in Paris und die von Dennert & Pape in Altona hergestellten, mit dem Mannheim'schen Läufer versehenen Rechenstäbe für die empfehlenswerthesten. Zur Einübung und zu Unterrichtszwecken empfiehlt Verf. auch die auf Karton lithographirten 60 *cm* langen Rechenstäbe von F. Ruth, zu beziehen durch Leuschner & Lubensky in Graz. *W.*

Lehrbuch der Mikrophotographie. Von Dr. R. Neuhauss. 272 S. mit 61 Abbildungen in Holzschnitt, 4 Autotypien, 2 Tafeln in Lichtdruck und 1 Photogravüre. Braunschweig. H. Bruhn. 8. M. 8,00.

Das Erscheinen eines Werkes über Mikrophotographie aus der Feder eines Mannes wie Neuhauss, der durch seine vorzüglichen praktischen Leistungen auf diesem Gebiete sich einen wohlverdienten Namen gemacht hat, konnte von vornherein nur mit lebhafter Theilnahme begrüsst werden. Und dies um so mehr, als, wie der Verf. selbst in seiner Einleitung hervorhebt, seit dem im Jahre 1866 erfolgten Erscheinen des Werkes von Moitessier kein ernstlicher Versuch unternommen worden ist, die von Jahr zu Jahr sich mehrende Literatur über diesen Gegenstand zusammen zu fassen und zu sichten. Die seit jener Zeit erschienenen, mehr oder minder umfangreichen Schriften über Mikrophotographie begnügen sich mit der Beschreibung einzelner Apparate und Methoden, wobei den eignen Erfindungen vom Autor ein über die Gebühr breiter Raum bewilligt wird.

Der Mangel eines Lehrbuchs, fährt der Verf. fort, konnte nicht verfehlen, auf die mikrophotographische Literatur bis in die neueste Zeit hinein den nachtheiligsten Einfluss auszuüben. Der Autor von heute kennt zumeist nicht den Autor von gestern und man schreibt und empfiehlt, was schon vor einem Menschenalter geschrieben und — verworfen ist. Diesem Mangel sucht der Verf. durch das vorliegende Werk abzuhelfen und Ref. kann sein Urtheil über dasselbe im Allgemeinen nur dahin zusammenfassen, dass es seinen Zweck voraussichtlich in ganz vorzüglicher Weise erfüllen wird.

Der Standpunkt des Verf. ist im Wesentlichen der, alle das Gelingen des Photogramms bedingende Umstände nach Möglichkeit wissenschaftlich festzustellen, dann aber, unter richtiger Würdigung derselben, mit einem möglichst geringen Aufwand von äusseren Mitteln zum Ziel zu gelangen. Dass dieser dem Ref. besonders sympathische Standpunkt eine gewisse Berechtigung hat, dürfte am besten durch die bereits erwähnten ausgezeichneten praktischen Erfolge des Verf. bewiesen sein, die dieser unter Benutzung von fast primitiv zu nennenden Einrichtungen erzielt hat. Auf den reichen Inhalt des Werkes näher einzugehen, verbietet der uns hier zugemessene Raum, ein Blick auf das dem Werke vorgedruckte ausführliche Inhaltsverzeichniss belehrt jeden über das, was er darin zu finden erwarten kann. Noch weniger wäre es hier am Platze, abweichende Meinungen des Ref. über Einzelheiten vorzubringen. Ueber Dinge, die einer mathematischen Demonstration nicht fähig sind, werden in verschiedenen Köpfen die Ansichten eben immer verschieden sein.

Im Ganzen können wir nur nochmals das Neuhauss'sche Werk Jedem zum eingehenden Studium empfehlen, der, sei es für den instrumentellen, sei es für den technisch-praktischen Theil der Mikrophotographie Interesse hat.

Das Werk ist für die Gegenwart zweifellos als grundlegend zu bezeichnen; die äussere Ausstattung desselben ist eine höchst angemessene. *Dr. S. Czapski, Jena.*

W. Behrens. Leitfaden der botanischen Mikroskopie. Mit 150 Abbild. Braunschweig. H. Bruhn. M. 4.

F. C. Allsop. Electric. Bell Construction. 177 Illustrations. London. M. 3,80.

A. v. Urbanitzky und **S. Zeisel.** Physik und Chemie. Gemeinverständliche Darstellung der physikalischen und chemischen Erscheinungen in ihren Beziehungen zum praktischen Leben. Wien, Hartleben. 16 Lieferungen à M. 0,50.

Abhandlungen des Königl. Meteorologischen Instituts, Berlin. Bd. 1, Nr. 2. A. Sprung, Bericht über vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thermometeraufstellungen zu Gross-Lichterfelde. M. 2,00. — Nr. 3. G. Hellmann, Bericht über vergleichende Beobachtungen an Regenmessern verschiedener Konstruktion zu Gross-Lichterfelde. M. 2,50.

H. v. Hasenkamp. Untersuchungen über die Methode der Anemometerprüfung mit dem Rotationsapparate der deutschen Seewarte. Leipzig. M. 1,80.

F. Heerwagen. Studien über die Schwingungsgesetze der Stimmgabel und über die elektromagnetische Anregung. Dorpat. M. 2,50.

J. H. Martens. Beschreibung der neuen freien Chronometerhemmung mit Ruhezylinder und Schutz gegen unzeitgemässe Auslösung. Berlin. M. 2,50.

B. v. Possanner. Alkoholometrische Reduktionstabellen. Wien. M. 4,00.

A. Steinheil und **E. Voit.** Handbuch der angewandten Optik. In 3 Bänden. I. Band. Voraussetzung für die Berechnung optischer Systeme und Anwendung auf einfache und achromatische Linsen. Leipzig. B. G. Teubner. M. 12,00.

G. und **H. Krüss.** Kolorimetrie und quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung in der Chemie. Hamburg, Voss. M. 8,00.

J. Scheiner. Die Spektralanalyse der Gestirne. Mit einem Vorwort von H. C. Vogel. 474 S. mit 2 Spektraltafeln und 74 Holzschnitten. Leipzig. M. 16,00 bezw. 18,00.

(Die drei letzteren Werke werden in einem der nächsten Hefte besprochen werden.)

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Jahresbericht für 1890.

Die Thätigkeit der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in dem verflossenen Jahre kennzeichnet sich dadurch, dass die Erörterung der wirthschaftlichen Fragen nicht nur einen breiteren Raum einnahm als jemals vorher, sondern sogar einen grossen Theil der 14 Sitzungen ausschliesslich beherrschte. Es gelang, eine Ortskommission für Berlin ins Leben zu rufen zur Vermittlung zwischen Werkstätteninhabern und Gehilfen; dieselbe setzte sich aus fünf Prinzipalen und fünf Gehilfen zusammen und wählte Herrn Direktor Dr. Loewenherz zu ihrem Obmann. Die Kommission war ermächtigt, ihrer Thätigkeit die Beschlüsse der Jenenser Berathung (vgl. *diese Zeitschrift 1890 S. 188*), welche nochmals eingehend diskutirt worden waren, zu Grunde zu legen, und entfaltete eine so erfolgreiche Wirksamkeit, dass es ihr gelang, die im Frühjahr drohende allgemeine Arbeitsniederlegung zu verhindern und eine dennoch ausbrechende theilweise Arbeitsniederlegung von den meisten und besonders von denjenigen 56 Werkstätten fernzuhalten, welche sich ihren Entscheidungen unterworfen hatten. Von ihrem Bestreben, die schwebenden Streitfragen durch beiderseitiges Entgegenkommen friedlich zu lösen, geben die von ihrem Obmann erstatteten Berichte ein beredtes Zeugniss (vgl. *diese Zeitschr. 1890 S. 226*).

Ferner wurden diejenigen Punkte, welche auf die Tagesordnung des zweiten deutschen Mechanikertages gesetzt waren, eingehenden Vorberathungen unterzogen und so die Vertreter der Gesellschaft mit genauen Informationen und weitgehenden Vollmachten nach Bremen entsandt. Um hierbei auch den ausserhalb Berlins und seiner Umgebung wohnenden Mechanikern eine ausreichende Vertretung zu sichern, waren im Januar 1890 nach vorhergegangener Statutenänderung sechs auswärtige Mitglieder in den Vorstand gewählt worden.

In den letzten Monaten des Jahres wurden alsdann die in Bremen gefassten Beschlüsse eingehend besprochen und denselben soweit thunlich Folge gegeben. Die Umwandlung der Gesellschaft in eine alle deutschen Mechaniker umfassende Vereinigung wurde angebahnt, die Lehrlings- und Gehilfenfrage wiederholt erörtert; in der Frage der Zollerleichterungen geschah ein bedeutender Schritt insofern, als die auf den Verkehr mit Oesterreich bezüglichen Wünsche in einer Denkschrift niedergelegt und dem Reichsamte des Innern anlässlich der Verhandlungen über einen Handelsvertrag mit jenem Staate unterbreitet wurden. Am Schlusse dieser Uebersicht über die wirthschaftliche Thätigkeit des Vereins sei noch erwähnt, dass derselbe die Betheiligung an der mit dem internationalen medizinischen Kongress in Berlin verbundenen, sowie an der für 1891 in Frankfurt a. M. geplanten elektrotechnischen Ausstellung anregte; auch wurde die zur Schlichtung der zwischen Lehrherren und den Eltern der Lehrlinge entstandenen Streitfragen bestimmte Kommission neu gebildet.

Trotz alledem blieb auch für die Behandlung wissenschaftlicher und technischer Fragen genügende Zeit. Die Gesellschaft hörte folgende Vorträge:

1. Herr Dr. Wellmann: Ueber Messungen mit einem Doppelfaden-Mikrometer für astronomische und mikroskopische Zwecke;
2. „ H. Haensch: Verführung eines Spektrometers mit Polarisationsvorrichtung;
3. „ Direktor Dr. Loewenherz und Herr Franc v. Liechtenstein: Ueber Anlauffarben der Metalle;
4. „ Dr. Lummer und Herr H. Haensch: Experimente mit der optischen Bank;
5. „ Archenhold: Ueber Photoluminescenz im Haushalte der Natur;
6. „ Dr. Lindeck: Die elektrolytische Darstellung des Aluminiums und seiner Legirungen.

Ausserdem beschäftigte sich die Gesellschaft mit den Fragen der Beschaffung von Doppelspath und der Einführung einheitlicher Gewinde.

In der äusseren Gestaltung der Gesellschaft vollzogen sich insofern bedeutsame Veränderungen, als drei Ehrenmitglieder, nämlich die Herren Prof. Dr. W. Förster, Dr. L. Loewenherz und Dr. A. Westphal, ernannt wurden und der Vorstand, wie bereits erwähnt, eine Verstärkung von sechs Mitgliedern erhielt. — Die Mitglieder, welche in einem neuen Verzeichniss nach dem Stande vom 1. April aufgeführt wurden, setzen sich zusammen aus 4 Ehrenmitgliedern, 132 einheimischen und 71 auswärtigen Mitgliedern und 4 Vereinen. Vier Mitglieder verlor der Verein durch den Tod, nämlich die Herren: Stadtrath Halske, Oeltjen, O. M. Hempel und Haentzschel; nach dem 1. April traten sechs neue Mitglieder ein, so dass ein Bestand von 213 Mitgliedern verbleibt.

Der Kassenbericht ergiebt als:

Einnahme:			Ausgabe:		
Bestand von 1889	*M.*	796,91	Saalmiethe	*M.*	96,00
Beiträge	„	1292,50	An Gehalt	„	180,00
Einschreibgebühren . . .	„	27,00	Drucksachen	„	952,56
Einnahme vom Mitglieder-Verzeichniss	„	27,00	Einladungen und Porti . .	„	501,98
Ueberschuss vom Heidelberger Mechanikertage	„	22,83	Jubiläenkosten	„	122,00
Einnahme von Drucksachen .	„	365,00	Für Betheiligung b. Beerdigungen	„	36,50
			Landparthie	„	91,40
			Aussenstände	„	177,00
zusammen	*M.*	2531,24	zusammen	*M.*	2157,44

Es verbleibt somit für 1891 ein Bestand von *M.* 373,80.

Die Bibliothek umfasst z. Z. 94 Werke und wurde im verflossenen Jahre ausser durch eine Anzahl von Zeitschriften, welche Herr Kommerzienrath Dörffel ihr wiederum gütigst überwies, durch Neuanschaffungen vermehrt.

Mit dem abgelaufenen Jahre schliesst die Gesellschaft ihre Thätigkeit in der bisherigen Gestaltung; sie wird sich im neuen Jahre grundlegenden Umänderungen unterziehen und hofft dadurch an Ausdehnung und Macht zu gewinnen, so dass es ihr gelingen wird, das begonnene Werk thatkräftig fortzusetzen und glücklich zu beenden.

Generalversammlung vom 6. Januar 1891. Vorsitzender: Herr Haensch.

Von auswärtigen Mitgliedern sind anwesend die Herren Tesdorpf-Stuttgart (Vorstandsmitglied) und Petzold-Leipzig.

Vor Eintritt in die Tagesordnung macht der Vorsitzende Mittheilung von dem Ableben des Mitgliedes Herrn Ingenieur Haentzschel, dessen Andenken die Gesellschaft durch Erheben von den Plätzen ehrt.

Eine Aufforderung des Vereins Berliner Kaufleute und Industrieller, ein Mitglied in das Berliner Komitee der für das Jahr 1891 geplanten deutschen Ausstellung in London zu entsenden, wird dadurch für erledigt erklärt, dass das Mitglied Herr Kommerzienrath P. Dörffel bereits jenem Ausschusse angehört.

Darauf verliest der Schriftführer das Protokoll der letzten Sitzung und den Jahresbericht. Beide werden genehmigt.

In der Generaldebatte über den ersten Punkt der Tagesordnung: Abänderung der Statuten gemäss den durch die Statutenkommission gemachten und den Mitgliedern zugegangenen Vorschlägen erhält zunächst das Wort Herr Tesdorpf zu einem Bericht über seine Erfahrungen betreffend die geplante Erweiterung der Gesellschaft. Er erklärt, dass die Stimmung in Württemberg diesem Vorhaben günstig und ein Zweigverein für dieses Land im Entstehen sei. Die Lohnverhältnisse seien in vielen Stuttgarter Werkstätten sehr zufriedenstellend und die Jenaer Beschlüsse bereits mehrfach maassgebend. In manchen württembergischen Ortschaften jedoch, wo die Gehilfen nebenbei Landwirthschaft betreiben, seien jene Beschlüsse nicht durchführbar. Die Befürchtungen der norddeutschen Berufsgenossen, dass die Konkurrenz Süddeutschlands wegen günstigerer Lohnverhältnisse im Vortheile sei, seien übertrieben.

Darauf berichtet Herr Petzold über die Verhältnisse in Leipzig. Von den ungefähr 50 Mechanikern haben dort etwa 20 einen Zweigverein gebildet, dessen Vorsitzender er selbst sei. Man wolle sich vollständig den Heidelberger und Bremer Beschlüssen anschliessen und hoffe, dieselben durchführen zu können.

Herr Direktor Loewenherz erklärt, dass man sich bei einer Umgestaltung der Gesellschaft zwar im Grossen und Ganzen auf den Boden der Heidelberger und Bremer Beschlüsse stellen müsse, ohne jedoch an alle Einzelheiten derselben gebunden zu sein; bei der gegenwärtigen Sachlage scheine es ihm dringend geboten und aussichtsvoll, einen Versuch im Sinne jener Beschlüsse zu machen.

Nachdem der Vorsitzende bekannt gegeben, dass Herr Bamberg seine volle Zustimmung zu den vorgeschlagenen Satzungsänderungen erklärt hat, äussert sich Herr Handke dahin, dass die Sache sehr günstig liege. Das Vorgehen der Gesellschaft und die Bremer Verhandlungen haben entschieden einen guten Eindruck auf die Gehilfenschaft gemacht, und nach diesen Erfolgen bitte er den Statutenentwurf ohne wesentliche Aenderungen anzunehmen.

Ein Antrag des Herrn Götte, den Entwurf im Ganzen anzunehmen, wird abgelehnt und in die Berathung der einzelnen Paragraphen eingetreten. Hierbei wird der Entwurf hauptsächlich in folgenden Punkten geändert:

Zu § 2 wird beschlossen, in dem Titel „Allgemeine deutsche Gesellschaft" das Wort „allgemeine" als überflüssig durchgängig zu streichen.

Bei § 3 wird Absatz e) in folgender Fassung angenommen: „Durch Mitwirkung an dem Vereinsblatte *Zeitschrift für Instrumentenkunde* und dem dazu gehörenden Beiblatt."

§ 4. Der letzte Absatz „Ehrenmitglieder ....“ fällt vorläufig fort.

§ 6. Auf Antrag des Herrn Direktor Dr. Loewenherz fällt der vorgeschlagene Zusatz d) fort, so dass die ursprüngliche Fassung bestehen bleibt.

Bei § 11 wird zu Protokoll vermerkt, dass die Herren, welche die Gesellschaft in Bremen bei dem Mechanikertage vertreten haben, dieses Mandat auch für das Jahr 1891 behalten sollen.

§ 14 erhält folgende Fassung:

Das Einigungsamt besteht aus:

1. fünf selbständigen Mechanikern oder deren technischen Vertretern;
2. fünf Gehilfen;
3. einem unparteiischen Obmann.

Die Mitglieder der Gesellschaft sind verpflichtet, dem Einigungsamte jede gewünschte Auskunft gewissenhaft zu ertheilen und dasselbe in seinen Bestrebungen möglichst zu unterstützen.

Das so veränderte Statut wurde darauf im Ganzen angenommen.

Alsdann erstattet Herr Polack den Kassenbericht (vgl. oben). Im Namen der Kassenrevisoren bestätigt Herr Schmidt die Richtigkeit der Kassenführung und des Kassenbestandes und beantragt Entlastung des Schatzmeisters. — Die Versammlung giebt diesem Antrage Folge.

Der Vorsitzende erklärt, er fühle sich gedrungen, vor Abschluss der Thätigkeit des alten Vorstandes darauf hinzuweisen, dass Herr Blankenburg, der seit 11 Jahren das Schriftführeramt bekleide, endgiltig aus seinem Amte zu scheiden gedenke, da die Erweiterung der Gesellschaft und die im neuen Statut vorgesehene Herstellung eines Beiblattes auch die Aufgaben der Schriftführer zu bedeutend erweitern werden. Für die langjährige Thätigkeit wird Herrn Blankenburg der wärmste Dank der Gesellschaft zu Theil.

Darauf übernimmt Namens der Wahlvorbereitungskommission Herr Haensch jun. den Vorsitz und spricht dem scheidenden Vorstande den Dank der Gesellschaft für seine angestrengte und erfolgreiche Thätigkeit aus. Aus der Wahl gehen hervor als:

1. Vorsitzender:	Herr	H. Haensch (Berlin S., Stallschreiberstr. 4)
2. „	„	Direktor Dr. L. Loewenherz
3. „	„	P. Stückrath
1. Schriftführer:	„	Ad. Baumann
2. „	„	A. Blaschke
Schatzmeister:	„	W. Handke (Berlin N., Lottumstr. 12)
Archivar:	„	E. Götte (Berlin W., Markgrafenstr. 34)
Beisitzer:	„	Dr. H. Rohrbeck
„	„	Dr. A. Westphal
„	„	B. Sickert
„	„	C. Raabe.

Im Interesse der Erleichterung des Geschäftsganges wird dringend gebeten, Mittheilungen in allgemeinen Angelegenheiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister, in Sachen der Bibliothek an den Archivar richten zu wollen.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

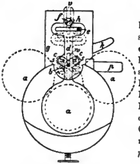
Besprechungen und Anszüge aus dem Patentblatt.

Wärmelampe für konstante Temperaturen mit elektrischer Gaszuflussregulirung. Von F. & M. Lautenschläger in Berlin. Nr. 52702 vom 13. April 1889. Kl. 42.

Um bei zufälligem Erlöschen der Lampe die Gasausströmung zu verhindern, ist bei Wärmelampen für gleichbleibende Temperaturen in das Gaszuleitungsrohr ein Ventil eingeschaltet,

das durch einen Elektromagneten offen gehalten wird, während die Lampe brennt. Erlischt dieselbe und kühlt sich in Folge dessen das benutzte Kontaktthermometer ab, so sinkt dessen Quecksilbersäule bis unter einen an passender Stelle in das Thermometer eingeschmelzenen Draht herab, der einen Theil der Stromleitung jenes Elektromagneten bildet. Hierdurch wird der Strom unterbrochen; der Elektromagnet giebt nun das Ventil frei und dieses schliesst, durch eine Feder getrieben, das Gaszuleitungsrohr ab.

Objektivverschluss für photographische Apparate. Von H. Gress in Dresden. Nr. 52255 vom 15. September 1889. Kl. 57.

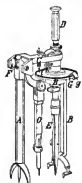


Der Verschluss des Objektivs wird von zwei übereinander liegenden Blenden *a* gebildet, die beide um eine Axe *b* drehbar sind. Jede dieser Blenden trägt an einem kurzen Hebelarm einen Zapfen *c*, die je in einen horizontalen Schlitz *s* der Kulisse *d* eingreifen. Im Innern des Gehäuses *g* liegt die Triebscheibe, auf welche in bekannter Weise eine Spiralfeder wirkt. Der an dieser Triebscheibe sitzende, zugleich als Angriff für die Hand dienende Triebzapfen *e* greift in den Horizontalschlitz *h* der Kulisse *d* ein. Die beiden Vertikalschlitze *v* und *w* an letzterer dienen in Verbindung mit der Axe *b* bezw. der Schraube *f* zur Geradführung der Kulisse. Die Auslösung des Verschlusses kann mittels eines Hebels *k* oder einer pneumatischen Druckvorrichtung *p* bewirkt werden.

Die Figur zeigt den Verschluss von der Kameraseite.

Polygonzirkel mit Einrichtung zum Verzeichnen von Kreisen und geraden Linien von L. Vergnane in Turin. Nr. 52691 vom 6. November 1889. Kl. 42.

Der Polygonzirkel besitzt neben der Zeichenfeder *E* einen in der Ebene der Schenkel *AOB* beweglichen Schenkel *A*, einen um die Mittelaxe *ED* des Instrumentes federnd drehbaren Schenkel *B* und den zum Ziehen von Kreisen benutzbaren Hilfsschenkel *O*. Dieser wird beim Kreisschlagen entsprechend verlängert, während zugleich die Reissfeder um 90° gedreht wird.



Um polygonale Linien oder regelmässige Vielecke zu zeichnen, stützt man den Zirkel auf den Schenkel *A* und bewegt dann, soweit dies gestattet ist, durch passenden Druck auf den Griff *D* die mit ihrer Spitze über die anderen Spitzen etwas verstehende und in axialer Richtung verschiebliche Zeichenfeder sammt den anderen Theilen des Instrumentes an den Schenkel *A* heran. Hierbei zeichnet die Feder eine kurze gerade Linie. Darauf lässt man den Schenkel *A* frei, stützt den Zirkel auf *B*, und dreht ihn in seinem Lager an *B* um den Winkel, welchen die folgende Gerade mit der erstgezeichneten machen soll. Während dessen ist der Schenkel *A* durch seine Feder wieder nach aussen gedrängt worden, so dass nunmehr und nachdem der Zirkel wieder auf *A* gestützt worden ist, die Reissfeder *E* von Neuem an ihn herangezogen werden kann. Sobald beim Stützwechsel der Schenkel *B* frei wird, dreht sich dieser in seine ursprüngliche Lage zurück. Beim Zeichnen der dritten, vierten u. s. f. Linie wiederholen sich die beschriebenen Vorgänge.

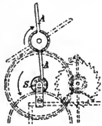
Die Länge der zu zeichnenden Linie bestimmt die Stellschraube *F*, den Winkel, den diese Linie mit der vorhergehenden einschliesst, der auf der Theilscheibe *G* verstellbare Anschlag *g*, an welchen beim Drehen des Zirkels ein Stift *i* im Arm *C* anstösst.

Beim Zeichnen gerader Linien wird die Drehung des Zirkels fortgelassen, im Uebrigen aber wie oben verfahren (abwechselnde Stützung auf *A* und *B*).

Kreistheiler. Von E. Geldschmitt in Bayreuth. Nr. 53085 vom 23. Januar 1890. Kl. 42.

Der Kreistheiler besteht aus einem Kegel, dessen Mantel am Grundkreis eine gleichmässig getheilte Skale trägt und von biegsamem Stoff derart hergestellt ist, dass sich der Kegelwinkel durch Uebereinanderschieben der Mantelenden verändern und dadurch ein Grundkreis mit einer solchen Anzahl Skalentheile bilden lässt, wie die jeweilig auszuführende Theilung erfordert.

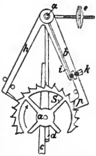
Elektrische Hauptuhr. Von E. Vogel in Leipzig. Nr. 52427 vom 13. Dezember 1889. Kl. 83.



Das Stiftenrad *S* giebt in bestimmten Zeitabschnitten (minutlich) den einen Arm der mit dem Triebwerk der Uhr in Verbindung stehenden Auslösung *A* frei, so dass diese sich drehen kann, bis ihr anderer Arm an den nächsten Stift des Rades *S* trifft.

Während dieser Drehung werden durch einen auf der Welle der Auslösung befestigten Kontakthebel nach einander die Stromkreise der von der Hauptuhr abhängigen Nebenuhren geschlossen, und hierauf wird durch denselben Hebel der Stromwender verschoben. Die zugehörigen Nebenuhren sind für Wechselstrombetrieb eingerichtet und mit einer eigenthümlich gestalteten Ankerhemmung ausgestattet.

Freie Pendelhemmung mit stetiger Kraft. Von F. W. Rüffert in Döbeln, Sachsen. Nr. 52865 vom 4. Dezember 1889. Kl. 83.



Das Pendel *c* empfängt bei jeder Schwingung von rechts nach links seinen Antrieb durch das Eigengewicht des auf ihm ruhenden Armes *d* und der mit diesem verbundenen Theile *b* und *e*, die sammt dem Arm *d* ein um die Axe *a* schwingendes Ganzes bilden. Von letzterem unabhängig ist um die gleiche Axe der Hemmarm *h* drehbar, welcher mit einer kleinen Rast einen der Zähne des Steigrades *S* aufhält, diesen Zahn aber freigiebt, sobald die am Antriebsarm *b* sitzende Schraube *k* an einen mit *h* verbundenen Hebel *i* stösst. Während das Steigrad nun in der Pfeilrichtung sich dreht, vollzieht es die Hebung an der schiefen Fläche *p* des Armes *b*, und in der gleichen Zeit schwingt das Pendel frei weiter nach links. Am Schlusse der Hebung legt sich die jeweilig wirkende Zahnspitze auf eine kleine Stufe der Neigungsfläche *p*. Bei der Schwingung des Pendels von links nach rechts entzieht das Pendel, indem es *d* mitnimmt und hierdurch *b* nach rechts bewegt, dem letztgenannten Zahne seine Ruhefläche. Nunmehr wird das Steigrad wieder von *h* gehemmt und das beschriebene Spiel beginnt von Neuem.

Für die Werkstatt.

Die Anlagen der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft, ihre Produkte, deren Behandlung und Verwendung. Neuhausen (Schweiz) 1890. Schaffhausen, Brodtmann'sche Buchdruckerei.

Die von der Gesellschaft veröffentlichte Abhandlung enthält interessante Angaben über die Anlagen zur Gewinnung von Aluminiumlegirungen, sowie die Eigenschaften und Verwendbarkeit von Reinaluminium und seinen Legirungen.

Die Betriebskraft der Fabrik (etwa 2000 Pferdestärken) wird dem Rheinfall entnommen. Jonval'sche Reaktionsturbinen sind mit Dynamomaschinen von riesigen Abmessungen direkt gekuppelt; die gemeinschaftliche Axe steht der Raumersparniss halber vertikal. Die Einzelheiten der sehr interessanten Anlage, deren elektrischer Theil von der Maschinenfabrik Örlikon ausgeführt wurde, mögen aus der Abhandlung entnommen werden. Es sei hier nur angeführt, dass die beiden grossen 600pferdigen Dynamomaschinen bei ununterbrochenem Betrieb normal 14000 *Ampere* bei 30 *Volt* Spannung leisten. Die Herstellung des Reinaluminiums ist Geheimniss; in der Veröffentlichung sind nur Angaben über die Darstellung von Legirungen vorhanden; dieselbe geschieht in einem aus Kohle verfertigten Ofen von rechteckigem Querschnitt, um welchen ein mit der negativen Stromleitung verbundener Metallmantel gegossen ist. Als positiver Pol dient ein Bündel auf einander gelegter Kohlenplatten, welches, an einer Kette hängend, von oben in den Ofen mehr oder weniger tief eingesenkt werden kann.

Zur Herstellung von Aluminiumbronze (Aluminium-Kupfer) z. B. wird zunächst Kupfer in zerkleinertem Zustand auf den Boden des Ofens geschüttet. Durch Senken des Kohlenbündels wird der Stromkreis geschlossen; bei der ungeheuren Stromstärke schmilzt das Kupfer und giebt an die nun zugeschüttete Thonerde ($Al_2 O_3$) soviel Wärme ab, dass sie auch zum Schmelzen kommt und in wasserklarer Schicht auf dem geschmolzenen Kupfer schwimmt. Die positive

Elektrode wird dann etwas höher gezogen, so dass der Strom durch die geschmolzene Thonerde fliessen muss und sie in Sauerstoff und Aluminium zerlegt. Der Sauerstoff verbrennt die Anode, während sich das Aluminium mit dem Kupfer legirt. Löcher im Deckel des Ofens und ein Stichloch in dessen Boden ermöglichen einen ununterbrochenen Betrieb.

In Betreff der ausführlichen Angaben über die physikalischen und chemischen Eigenschaften, wie über die mechanische Bearbeitung und die Verwendbarkeit des Aluminiums und seiner Legirungen muss ebenfalls auf das Original verwiesen werden. Ein eigentliches Aluminiumloth existirt bis jetzt noch nicht. Die Fabrik Neuhausen bringt ein präparirtes Aluminiumbloch in den Handel, welches mit Zinn gelöthet werden kann. Die Aluminiumlegirungen zeichnen sich je nach ihrem Gehalt an Aluminium durch ihre goldähnliche Farbe, ihre Festigkeit, Säurebeständigkeit oder Härte aus, so dass ihnen ein weites Anwendungsgebiet offen steht. *Lck.*

Löthkolben mit elektrischer Heizung. *Elektrotechn. Zeitschr. 1890 S. 403* aus *Western Electrician.*

Der von Carpenter angegebene Löthkolben wird durch einen zylindrischen, vorn zu gespitzten Körper gebildet, dessen zylindrischer Theil etwas abgesetzt ist. Um ihn ist eine Schicht Asbestpapier behufs Isolirung gelegt, um welche eine Widerstandsspule, die durch Stromwirkung erhitzt wird, gewunden ist. Diese ist wieder mit einer starken Schicht Asbestpapier bedeckt, welche die Spule elektrisch und thermisch nach aussen hin isolirt. Das Ganze ist mit einer Metallhülse überzogen, welche, nach hinten den Kolbenkörper überragend, eine flache Kapsel bildet, die zur Aufnahme einer starken isolirenden Asbestschicht dient und mit einem starken am Körper mittels Schrauben befestigten Deckel geschlossen wird; in diesem Deckel ist der behufs Aufnahme der Zuleitungsdrähte axial durchbohrte Stiel befestigt. *P.*

Ein neues Werkzeug für die Drehbank. *Elektrotechn. Zeitschr.* ***11.*** *S. 522. (1890.)*

Von der *Machinery and Hardware Co.* in London wird neuerdings ein Werkzeug hergestellt, welches als Ersatz gewöhnlicher Drehstähle vor letzteren besonders die Vortheile grösserer Stabilität, leichterer Schärfbarkeit und grosser Dauer haben soll. Dasselbe, in nebenstehender Fig. 1 dargestellt, besteht aus einer kreisförmigen Scheibe von gehärtetem Stahl mit schrägem Rande, in welchem bei *z* eine Zahnlücke ausgearbeitet ist. Die Scheibe sitzt auf einem kräftigen runden Stift *S* fest, welcher in die Oeffnung *O* eines in den Support einzuspannenden Halters *H* hineinpasst und mittels der Klemmschraube *s* darin festgeklemmt werden kann. Die Einstellung der Schneide *z* in die richtige

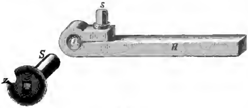


Fig. 1.

Höhe erfolgt durch Drehung der Scheibe. Die Schärfung erfolgt durch Abschleifen der Zahnfläche *z* und da der Halter *H* dabei nicht aus dem Support entfernt, vielmehr aus ihm nur die Scheibe mit ihrem Stift *S* genommen wird, so ist beim Wiedereinsetzen sehr leicht die alte Stellung des Werkzeuges gegen das Arbeitsstück wiederzufinden.



Fig. 2.

Zum Ausbohren dient das kleine in Fig. 2 dargestellte Werkzeug in Gestalt einer Scheibe mit schraubenförmig verlaufendem Wulst. Diese Scheibe ist auf einem längeren Stiel mit Konus befestigt, welcher durch einen der Länge nach durchbohrten Halter geführt und in ihm mittels einer Mutter festgezogen wird. *P.*

Berichtigung.

In Folge eines Versehens bei Herstellung der Holzschnitte zu der Werkstattsnotiz: „Einfache Zapfenfräsen" im vorigen Heft Seite 40 haben die Zähne der dort abgebildeten Fräsen eine falsche Stellung. Dieselben müssen entgegengesetzt gerichtet sein, damit sie richtig arbeiten, wenn die Drehbank in dem üblichen Sinne umläuft.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **März 1891.** Drittes Heft.

Zur Bestimmung der Neigung der Horizontalfäden eines Durchgangsinstrumentes.

Von
Dr. **L. Ambronn** in Göttingen.

In den Durchgangsinstrumenten (Meridiankreis- oder Passageninstrument) befindet sich im Fokus bekanntlich ein System von Vertikal- und Horizontalfäden, welche dazu dienen, die Durchgangszeiten der Sterne durch bestimmte Stundenwinkel und die Höhe bezw. Zenithdistanz des beobachteten Objekts zu bestimmen.

Da die fraglichen Instrumente ihrer Natur nach immer so aufgestellt sind, dass die Umdrehungsaxe derselben nur eine äusserst kleine Neigung gegen die Horizontale hat (bei gut aufgestellten Instrumenten nur sehr selten mehr als ganz wenige Bogensekunden), so ist es keinerlei Schwierigkeiten unterworfen, die „Vertikalfäden" auch wirklich vertikal zu stellen, es bedarf dazu ja nur einer langsamen Bewegung um die horizontale Axe und der Beobachtung eines festen Punktes; bleibt dieser auf einem der Fäden während der Bewegung, so sind dieselben, ihren Parallelismus vorausgesetzt, mit völlig genügender Schärfe vertikal. Würden nun die oder der horizontale Faden, wie es ja eigentlich verlangt wird, mit den „Vertikalfäden" einen rechten Winkel bilden, so würden jene natürlich auch horizontal sein. Beide Fadensysteme schliessen aber fast nie genau 90° ein, sondern unter Umständen beträgt die Abweichung bis zu einem halben Grad.

Ist die Abweichung von 90° bedeutend, so ist es für eine Zenithdistanzmessung durchaus nicht mehr gleichgiltig, an welcher Stelle der horizontalen Fäden die Einstellung erfolgt, abgesehen von der so wie so in Rechnung zu bringenden Krümmung der scheinbaren Bahn des beobachteten Gestirns.

Es ist sonach von grosser Wichtigkeit, die Neigung dieser Fäden zu bestimmen und stets unter Kontrole zu halten. Bei der Einrichtung der Durchgangsinstrumente ist diese Messung immer etwas umständlich und zeitraubend, da man fast nur auf die Einstellungen eines langsam das Gesichtsfeld passirenden Sternes an entfernten Stellen der Horizontalfäden angewiesen war. Ausserdem spielten bei dieser Methode alle diejenigen Fehler, welche das Ablesen einer Kreistheilung mit sich bringt, eine grosse Rolle. Man hat daher schon länger auf ein Mittel gesonnen, die genannten Uebelstände zu umgehen. Das Erforderniss war also zunächst, eine innerhalb möglichst enger Grenzen wirklich horizontale Linie auf irgend eine Weise zu markiren oder die Abweichung einer solchen von der Horizontalen zu bestimmen. Das hatte aber in einer für unsere Zwecke brauchbaren Form nicht unerhebliche technische Schwierigkeiten.

Da bei dem neuen Mikrometer des Göttinger Meridiankreises, welches, wie hier gleich bemerkt werden soll, nur einen beweglichen Vertikalfaden hat, die

Abweichung des in Rede stehenden Winkels von 90°, wie schon der Augenschein zeigte, eine recht bedeutende war, so trat an uns die Frage der Bestimmung dieses Winkels mit Nothwendigkeit heran. Zunächst wurde die Frage durch Zenithdistanzmessungen zu erledigen gesucht, doch konnten nur relativ wenig Bestimmungen in kürzerer Zeit erreicht werden; auch deren innere Uebereinstimmung liess noch Manches zu wünschen übrig; im Mittel ergab sich etwa $90° + 25'$.

Da eine auf andere Weise zu erzielende Kontrole daher sehr erwünscht war, wurden auf Wunsch von Herrn Prof. Schur die nachfolgenden Versuche und Betrachtungen angestellt. Zur Ausführung derselben gab ein Aufsatz von P.r Gautier im „*Bulletin astronomique*" Veranlassung, indem dort eine Methode, die Schiefe der Horizontalfäden zu bestimmen, angegeben war. Dieselbe fusst auf der Benutzung zweier künstlicher Sterne, die gemeinschaftlich um eine nahezu vertikale Axe gedreht werden können. Ist die Drehaxe genau vertikal, so genügt ein einziger Stern, der dann in der einen Lage am Ostende der Horizontalfäden im Durchgangsinstrument erscheint, während er in der zweiten Lage, welche von der ersten um 180° verschieden sein muss (will man nicht noch andere Bedingungen als erfüllt voraussetzen) am Westende des Gesichtsfeldes eingestellt werden kann. — Die erhaltenen beiden Kreisablesungen geben dann in Verbindung mit der zu messenden Horizontalentfernung der beiden Bilder den geforderten Neigungswinkel. — Für den Fall, dass die Umdrehungsaxe dieses Apparates nicht vertikal sein sollte, glaubte Gautier durch Benutzung zweier Sterne auch den Neigungswinkel der Axe mitbestimmen zu können. Der hierauf bezügliche Theil seiner Mittheilung ist wörtlich der folgende:

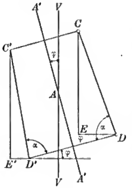


Fig. 1.

Pour obtenir cet angle φ, pratiquons sur la plaque, dans le sens vertical VV, près de l'axe, de part et d'autre du milieu du champ et à des distances analogues à celles de l'axe A, deux trous C et D (Fig. 1). *Pointons l'image de C avec le fil vertical, et marquons avec le fil horizontal le point de ce fil en coïncidence avec cette image. Déplaçons la lunette et amenons cette croisée de fils à la hauteur de l'image du point D; pointons alors D avec le fil vertical, la différence des deux lectures successives de la vis d'ascension droite donnera la distance DE, c'est-à-dire la distance du point D à la verticale passante par C.*

Tournons le disque de 180° (um die Axe $A'A'$), *et recommençons les mesures, nous obtiendrons la distance $D'E'$, c'est-à-dire la distance du point D' à la verticale passante par C'.*

Or on a, en posant $CDD' = \alpha$:

$$DE = CD \cos(\alpha - \varphi),$$
$$D'E' = CD \cos(\alpha + \varphi) = C'D' \cos(\alpha + \varphi),$$

d'où l'on tire:

$$\sin\varphi = \frac{DE - D'E'}{2\,CE}.$$

So die Schlussweise von Herrn Gautier. Verfolgt man die letzte Formel aber in ihrer Entstehungsweise, so zeigt sich, dass dieselbe falsch ist; denn man hat

$$DE = CD(\sin\alpha \sin\varphi + \cos\alpha \cos\varphi),$$
$$D'E' = CD(-\sin\alpha \sin\varphi + \cos\alpha \cos\varphi),$$
$$DE - D'E' = 2CD \sin\alpha \sin\varphi,$$
$$\sin\varphi = \frac{DE - D'E'}{2CD \sin\alpha}.$$

Somit müsste, wenn die Gautier'sche Formel richtig wäre, $CD \sin\alpha = CE$ sein, was offenbar nicht der Fall ist. Ein System von Punkten, welches wir hier in einer kleinen Metallscheibe, die sich um eine nahezu vertikale Axe drehte, angebracht hatten und welches mit Hilfe des als Kollimator benutzten grossen Reichenbach-schen Passageninstruments im Meridiankreis sichtbar gemacht wurde, war in der angegebenen Weise benutzt worden; als aber die Berechnung versucht wurde, stellte sich die oben gezeigte Unrichtigkeit der Formel heraus. — Erst zu Ende unserer Versuchsreihe, die nun näher geschildert werden soll, zeigte es sich, dass auf einem anderen Wege auch die Gautier'sche Einrichtung brauchbare Resultate geben konnte. Nach Verlassen des Prinzipes der um eine vertikale Axe drehbaren Sterne kam Herr Dr. Hayn, welcher sich mit grossem Eifer an diesen Versuchen betheiligte, auf die Idee, eine U-förmige weite Glasröhre mit Quecksilber zu füllen und die Bilder der beiden Menisken mit dem horizontalen Faden einzustellen; etwaige Ungleichheiten des Glases, des Aussehens der Menisken u. s. w. sollten ebenfalls durch eine Drehung von 180° unschädlich gemacht werden.

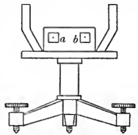


Fig. 2.

Diese Methode versagte aber gleich beim ersten Versuch, da es auf keine Weise möglich war, die Menisken auf beiden Seiten gleich oder konstant zu machen, wegen der ganz verschiedenen Wirkung der Kapillardepression in beiden Schenkeln. Die Unterschiede betrugen mehrere Zehntel eines Millimeters. — Jetzt wurde ein Theodolit aufgestellt, und dessen obere plane Fläche innerhalb der wünschenswerthen Grenzen horizontirt; auf dieselbe stellten wir ein durch die Vertikalaxe gehendes Kartonblatt, welches zwei nahezu symmetrische grosse Oeffnungen hatte; diese waren mit Stanniol überklebt und in dasselbe waren zwei ganz kleine Oeffnungen *ab* gestochen (Fig. 2), welche bei hellem Hintergrunde im Meridiankreise als schwache Sternchen sichtbar wurden. — Diese Einrichtung würde nun, wie leicht zu sehen, völlig ihrem Zweck entsprochen haben, wenn nicht der Umstand hindernd in den Weg getreten wäre, dass die Kollimationsaxen vom Meridiankreise und Passageninstrument etwa 7° bis 8° gegen die Horizontale geneigt sind, da das Passageninstrument erheblich höher liegt als der Meridiankreis. Dieser Umstand führte dazu, dass es erforderlich wurde, die Ebene des Kartonblattes genau senkrecht zur optischen Axe beider Instrumente zu stellen, was ohne Anwendung einer Spiegeleinrichtung mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft war.

Ausgeführte Versuche ergaben denn auch ganz verschiedene Werthe des gesuchten Winkels, deren Verschiedenheit ausser durch Ablesungsungenauigkeiten am Kreise wesentlich durch die nicht eliminirbare schiefe Stellung der Kartonfläche hervorgebracht wurden.

Wie sich zeigte, hatten also die Apparate mit einer Drehung um eine vertikale Axe, namentlich unter den hiesigen Verhältnissen, mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Ich versuchte es daher mit einer horizontalen Axe, indem

ich vorschlug, am Ende einer Theodolitenaxe mm', gewissermaassen als Fortsetzung derselben, eine Platte P anzubringen, welche ebenfalls zwei Löcher ab hat, deren Verbindungslinie, wenn die Horizontalaxe des Theodoliten genau horizontirt war, auch nur einen kleinen Winkel mit dem Horizont machte. (Fig. 3.)

Da die Neigung der optischen Axe des Meridiankreises und des Passageninstrumentes an ersterem abgelesen werden konnte, war es leicht, vermittels des Höhenkreises K des Theodoliten die Fläche der Platte auch senkrecht zu dieser Richtung zu stellen.

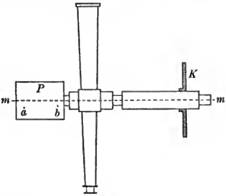


Fig. 3.

Werden nun vermittels des Kreises die Zenithdistanzen von a und b für die beiden Enden des Horizontalfadens eingestellt, so hat man die Neigung desselben gegen die Richtnng ab. Hierauf dreht man die Platte um 180°, so dass a und b an die Stelle von a' und b' kommen (Fig. 4); eine nochmalige Ablesung der entsprechenden Zenithdistanzen giebt die Neigung des Horizontalfadens gegen $a'b'$, und das Mittel aus den ersten Ablesungen und diesen letzteren giebt dann die Neigung des Horizontalfadens gegen mm', d. h. gegen die Umdrehungsaxe des Theodoliten, welche entweder in genügender Weise horizontal gemacht werden kann, oder deren Neigung sich mittels des Niveaus genau bestimmen lässt. — Die nöthige Kenntniss der Entfernung nn' lässt sich leicht durch Messungen mit dem beweglichen Vertikalfaden erlangen. — Während der Ausführung der Vorrichtungen zu diesem Apparat kam Herr Dr. Hayn wieder auf den Gautier'schen Gedanken zurück, einen Stern sich um eine nahezu vertikale Axe drehen zu lassen und die Neigung dieser Axe mit dem beweglichen Vertikalfaden zu bestimmen, und zwar wurde die erforderliche Vorrichtung in der Weise ausgeführt, dass zwischen zwei gleich starke Metallringe ein Stanniolblatt eingeklemmt wurde, welches vier äusserst kleine Löcher hatte (Fig. 5). Diese Platte wurde direkt auf den Okularschlitten des Passageinstrumentes nach Herausnahme des Okulars durch zwei kleine Federn angepresst und sodann durch Verschieben des Okularkopfes an Stelle des Fadennetzes in den Fokus gebracht. Die vier kleinen Löcher erscheinen dann als deutliche Sterne im Meridiankreis. Wird jetzt 1 und 3 nahe vertikal gemacht und sodann mittels des Kreises die Zenithdistanz von 2 und 4 wie vorhin gemessen, ebenso mit den beweglichen Vertikalfäden die horizontale Distanz von 1 und 3, dann der Ring umgelegt in der Weise, dass er nahezu um 1-3 gedreht erscheint und dieselbe Messung wiederholt, so ist klar, dass man auf diese Weise durch Mittelbildung die Neigung der Horizontalfäden bestimmen kann.

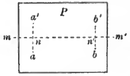


Fig. 4.

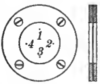


Fig. 5.

Ein nach dieser Methode ausgeführtes Beispiel mag die Sache veranschaulichen:

Nennt man in den Figuren 6a und 6b die Winkel, welche die Verbindungslinie der Punkte 1 und 3 mit der Vertikalen VV macht, φ_1 und φ_2, die Winkel, welche die Verbindungslinie der Punkte 2 und 4 mit der Richtung des Horizontalfadens HH macht, α_1 und α_2, so ergiebt sich, wenn die Winkel in der richtigen Weise gezählt werden, für die Schiefe des Horizontalfadens gegen den Horizont $i = (\varphi_1 + \varphi_2)/2 - (\alpha_1 + \alpha_2)/2$. — Es wurde nun in Lage a bei Koinzidenz des Horizontalfadens mit Punkt 4 am Striche abgelesen: 97° 56′ 15″,45, bei Koinzidenz mit Punkt 2 ferner 97° 56′ 14″,00, also Differenz 2 – 4 = – 1″,45. Die Entfernung Punkt 2 — Punkt 4 ergab sich, mit dem Mikrometer gemessen, zu 1478″; folglich:

$$\sin \alpha_1 = 6{,}99170$$
$$\alpha_1 = -322''.$$

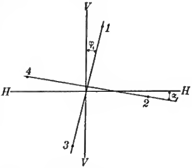


Fig. 6a.

Das Mittel φ_1 fand sich aus dem horizontalen Abstande von 3 und 1 gleich 78″,85 in Verbindung mit der Distanz von Punkt 1 bis Punkt 3 gleich 1300″ zu:

$$\sin \varphi_1 = 8{,}78266$$
$$\varphi_1 = +3^\circ\, 28'\, 39''.$$

Für die Lage b ergaben sich als entsprechende Werthe $\alpha_2 = -21'\, 38''$, $\varphi_2 = -2^\circ\, 12'\, 36''$.

Hieraus für die Schiefe (i) des Horizontalfadens:

$$i = \frac{3^\circ\, 28'\, 39'' - 2^\circ\, 12'\, 36''}{2} - \frac{3'\, 22'' + 21'\, 38''}{2} = 0^\circ\, 38'\, 2'' - 0^\circ\, 12'\, 30'' = 0^\circ\, 25'\, 32'',$$

ein Resultat, welches mit dem oben aus Sterndurchgängen abgeleiteten in ziemlicher Uebereinstimmung sich befindet.

Wie man aus der Formel für i sieht, ist das Glied $(\alpha_1 + \alpha_2)/2$ gewissermaassen nur ein Korrektionsglied, und man wird den Werth für i viel einfacher erhalten, wenn man danach strebt, das genannte Glied gleich Null zu machen, d. h. wenn man die Platte mit den künstlichen Sternen in beiden Lagen so verschiebt, dass die Punkte 2 und 4 jedesmal mit dem Horizontalfaden zusammenfallen. Wie sich bei den hier ausgeführten Messungen ergab, hat dies praktisch gar keine Schwierigkeiten, zumal wenn der Okularauszug des als Kollimator benutzten Fernrohres zwei Korrektionsschrauben hat, wie sie meist zur Senkrechtstellung der Fäden angebracht zu werden pflegen.

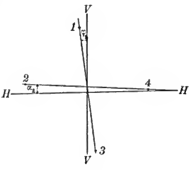


Fig. 6b.

Ist die Bedingung des Zusammenfallens der Punkte 2 und 4 mit dem Horizontalfaden erfüllt, so ist nur noch die Messung der beiden Winkel φ_1 und φ_2 nöthig, und diese Messung lässt sich gänzlich ohne Benutzung des Kreises ausführen; damit ist diese letztere Methode völlig frei von allen Kreisfehlern.

Eine solche mit derselben Platte hier ausgeführte Messung gestaltete sich wie folgt:

Lage Fig. 6a.	Lage Fig. 6b.
Punkt 3—1 $= + 1^R{,}708 = + 77''{,}83$	Punkt 3—1 $= 1^R{,}294 = -58''{,}96$
$\sin\varphi_1 = \frac{77''{,}83}{1300''}$	$\sin\varphi_2 = \frac{58''{,}96}{1300}$
$\varphi_1 = +3^\circ\,25'\,57''$	$\varphi_2 = -2^\circ\,35'\,58''$

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = \frac{49'\,59''}{2} = 25'{,}0\,.$$

Das erlangte Resultat ist fast völlig gleich dem vorhergehenden, aber doch offenbar auf einem viel einfacheren und „fehlerfreieren“ Wege aufgefunden worden.

An der Methode selbst, wie sie in der letzten Form gegeben ist, kann wohl kaum noch etwas vereinfacht werden. Bezüglich der praktischen Ausführung derselben möchte ich aber hier noch einen etwas modifizirenden Vorschlag hinzufügen.

Es ist bis jetzt nöthig gewesen, das Plättchen mit den Sternen in den Fokus des als Kollimator dienenden Fernrohres zu bringen. Das macht Aendernngen an dem Okularkopfe desselben nöthig, die man an einem fest aufgestellten Kollimator wegen der anderen Zwecke, denen derselbe zu dienen hat, nicht gerne vornehmen wird. Ausserdem ist es erforderlich, die Löcher, welche die künstlichen Sterne darstellen, sehr klein und sorgfältig herzustellen, denn dieselben werden im Allgemeinen starker Vergrössernug nnterliegen. Um diese Unzuträglichkeiten zu umgeben, könnte man die Sache so einrichten, dass man hinter dem Kollimator einen Apparat anbringt, der aus zwei fest mit dem Untergestell des Kollimators verbundenen Axenlagern, ähnlich denen eines Theodoliten, besteht; das eine dieser Axenlager muss im Sinne der Höhe durch eine Mikrometerschraube um einige Millimeter verstellt werden können. In diesen Lagern liegt eine Axe von nebenstehender Form (Fig. 7); *mm'* seien die abgedrehten Zapfen, *b* ein zentraler Ring, in welchem sich bei *cc* ein Stanniolblättchen zwischen zwei Glimmerscheibchen befindet. Dieses hat vier feine Punkte, von denen das Okular des Kollimators (event. mit vorgesteckter Linse) ein Bild im Fokus des Kollimators entwirft.

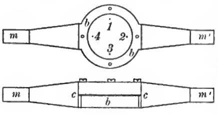


Fig. 7.

Durch diese Anordnung des Apparates ist man nun auch im Stande, die Bestimmung der Schiefe der Horizontalfäden auf jede der oben angegebenen Methoden nnabhängig von einander ausführen zu können. Entweder kann man die Axe mittels eines guten Aufsatzniveau genau horizontiren und dann während der Messung um sich selbst drehen, oder man kann auch vermittels der Mikrometerschraube die nahe horizontal liegenden beiden Sternchen auf den Horizontalfaden des Meridianinstrumentes bringen, sodann die Axe in ihren Lagern umlegen und die Einstellung auf den Horizontalfaden wiederholen, was der zuletzt angegebenen Methode der Messnng entsprechen würde. — Nach Herausnahme der Axe aus ihren Lagern ist der Kollimator natürlich ohne Weiteres für seine sonstigen Zwecke brauchbar.

Nachdem die vorstehenden Ueberlegungen und Versuche gemacht waren, stellte sich aber auch ganz von selbst heraus, dass die Gautier'sche Methode auch brauchbar sein müsse, allerdings nicht in der oben angeführten Form, sondern mit etwas anders ausgeführten Messungen und richtigen Formeln. Sind mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungsweise wiederum C und D die beiden Durchbohrungen der Platte, welche sich um eine nahezu vertikale Axe dreht, und misst man in der einen Lage mittels des Kreises CE und mit der Schraube des beweglichen Vertikalfadens ED, ebenso in der anderen Lage $C'E'$ und $D'E'$, so hat man einmal:

$$\frac{CE}{DE} = tg\,(\alpha - \varphi) \text{ und sodann } \frac{C'E'}{D'E'} = tg\,(\alpha + \varphi).$$

Hieraus ergiebt sich ohne Weiteres $\alpha - \varphi$ und $\alpha + \varphi$, folglich auch α und φ, welch letzterer Werth der gesuchte ist.

Dieser Winkel φ dient dann zur Berechnung der Korrektion der durch Einstellen auf die Bilder D bezw. C und D' bezw. C' gemachten Messungen.

Aus Obigem geht auch hervor, dass eigentlich jedes System von zwei bezw. vier Punkten, welche sich um eine ganz beliebige Axe drehen, deren Konstanz im letzteren Falle nicht einmal erforderlich, zur Bestimmung der Schiefe der Horizontalfäden eines Meridianinstrumentes brauchbar ist. — Hat man zwei Kollimatoren, welche sich auf einander richten lassen, so kann die gestellte Aufgabe auch mittels der Horizontalfäden derselben gelöst werden; denn macht man einmal den Horizontalfaden des einen Kollimators mit dem des Meridiankreises parallel, sodann den des anderen Kollimators mit dem des Ersteren, so wird, wenn man dann den Meridiankreis auf den zweiten Kollimator richtet, der Winkel, welchen diese beiden Horizontalfäden mit einander machen, gleich der doppelten Schiefe sein. — Dieser Winkel lässt sich aber mit dem Kreise leicht messen.

Untersuchungen über Schraubenmikrometer.

Von

Dr. V. Knorre, Observator der K. Sternwarte in Berlin.

(Fortsetzung.)

II. Anwendung der Theorie.

1. Das Bamberg'sche Fadenmikrometer der Berliner Sternwarte.

Bei diesem Mikrometer hat die Schraube an ihrem obern Ende eine Führung und an dem untern Ende ein Lagerstück, gegen welches sie durch zwei auf den Schlitten wirkende Spiralfedern angepresst wird. Diese müssen das Gewicht von Schlitten und Schraube um Einiges übertreffen, wenn die letztere bei „Trommel unten" an ihr Lagerstück angepresst bleiben soll; die Federn entfalten also bei „Trommel oben" ihre volle Kraft, erfahren aber bei „Trommel unten" eine Abschwächung, gleich dem Gewichte von Schlitten und Schraube; ihre Kraft nimmt durch Rechtsdrehung der Schraube, bei welcher auch die Theilung wächst, stetig zu; endlich kommt durch sie, wie leicht einzusehen ist, nur die „obere Berührung" zu Stande.

Ich nehme nun an, das überschüssige Oel sei vor dem Beginne der Drehung der Schraube durch den Druck der Federn so weit entfernt, als es der Gleich-

gewichtszustand zu diesem Drucke erfordert. Es sind dann in den Formeln noch folgende Grössen zu berücksichtigen:

1. Der Theil der Aenderung der Trommelablesung, welcher die Federkraft an der konvexen Ausbuchtung des Oeles wiedergiebt und die Verminderung dieser Grösse, sobald durch eingetretene Drehung der Schraube das Oel sich noch weiter herausgearbeitet hat.

2. Die Aenderung der Trommelablesung durch die Schwächung der Federkraft bei „Trommel unten", entsprechend dem Gewichte der Schraube, und die Aenderung dieser Grösse, entsprechend der Menge herausgearbeiteten Oeles.

Für die R braucht man bei diesem Mikrometer nur die beiden Unterscheidungen je nach der Führung zu machen, gegen welche der Schlitten bei geneigten Stellungen der Schraube fällt, da sich nur die „obere Berührung" vollzieht. Aus demselben Grunde fallen die Unterscheidungen bei den übrigen Konstanten je nach der Lage „Schraubentrommel oben" oder „Schraubentrommel unten" fort, d. h. es wird:

$$\Delta P_1 = \Delta P_2, \Delta F_1 = \Delta F_2, H_1 = H_2, G_1 = G_2, h_l = h_2, g_2 = g_2.$$

Man kann also die Indizes fortlassen und einfach setzen:

$$\Delta P, \Delta F, H, G, h, g.$$

Auch kommt das Glied ΔA im zweiten und dritten Quadranten in Wegfall.

Die Spannung der Spiralfedern kann sich auch noch durch die Reibung ändern, welche sie an ihren Führungsstäben erfahren, indem diese Reibung in den verschiedenen Lagen der Schraube durch das eigene Gewicht der Federn eine Verstärkung oder Abschwächung erfährt. Diese Aenderung der Spannung wird aber im Vergleich zur Federkraft selbst kaum nennenswerth sein, und mit von sin p und cos p abhängigen Gliedern verschmelzen.

Bei diesem Mikrometer findet die innigste Berührung der „oberen Schraubenflächen", soweit sie durch den Druck der Federn und der in der Richtung der Schraubenaxe wirkenden Schwerekomponente verursacht wird, bei $p = 0°$ statt. Bei „Trommel unten" wird durch die obige Schwächung der Federkraft ein Theil der Gegenwirkung des aus einander gepressten Oeles, entsprechend dem Gewichte von Schlitten und Schraube, frei, die „oberen Schraubenflächen" entfernen sich immer weiter von einander, am meisten bei $p = 180°$.

Man kann daraus entnehmen, dass es verfehlt wäre, die periodischen und fortschreitenden Fehler der Schraube, welche nach den bekannten Methoden bei $p = 0°$ ermittelt wurden, ohne Weiteres an Beobachtungen anzubringen, welche bei „Trommel unten" angestellt wurden, und dass der Vortheil, Beobachtungen auch bei dieser Lage der Trommel auszuführen, dadurch in Frage gestellt wird, dass die Schraubenflächen, statt sich möglichst zu nähern, sich im Gegentheil von einander entfernen.

Ich will nun nachstehend die Resultate der Anwendung der oben entwickelten Theorie auf die Koinzidenzbestimmungen an dem Bamberg'schen Mikrometer kurz mittheilen und verweise wegen der Einzelheiten der Untersuchung und Rechnung, sowie bezüglich der Aenderungen, welche die obigen Formeln in Folge der Konstruktion des Mikrometers erleiden, auf die ausführliche Abhandlung in den *Astronomischen Nachrichten*. Ich habe dort zunächst eine Reihe von Koinzidenzbestimmungen behandelt, die am 6. September 1888 angestellt sind. Das Mikro-

meter war kurz vorher in der Werkstatt des Herrn Bamberg gewesen, woselbst die Schraube reichlich mit Oel versehen war. Beim Beginn der Messungen wurde die Fadenebene und Schraube vertikal gestellt, die Trommel nach oben gekehrt; von dieser Stellung aus wurden die Positionswinkel p gezählt. Die Beobachtungen wurden an fünf festen Fäden gemacht; nachstehend mögen die am ersten Faden angestellten mitgetheilt werden:

$p =$	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
Drehung rechts:	33,9520	33,9565	33,9468	33,9440	33,9410	33,9503	33,9683	33,9865	33,9890
	34,0170	34,0128	34,0098	34,0008	33,9960	33,9935	34,0000	33,9993	34,0018
Drehung links:	33,9255	33,9220	33,9213	33,9075	33,9135	33,9205	33,9495	33,9638	33,9690
	33,9963	33,9918	33,9840	33,9713	33,9618	33,9638	33,9698	33,9780	33,9780

Die Aenderungen der Koinzidenzen sind nicht nur für die verschiedenen, sondern auch für gleiche p auffallend gross. In letzterer Hinsicht steigt im Maximum der Unterschied der ersten und letzten Koinzidenz, Drehung links, bis auf $0^R,0708 = 0'',83$ an. Ein so grosser Unterschied kann nicht der Temperaturänderung allein zugeschrieben werden, welche im Verlaufe von 3 Stunden 45 Min. nur um $+ 2^\circ,7$ angewachsen war, und beim Suchen nach einer Erklärung schien es mir am wahrscheinlichsten, dass hier eine Verringerung der Menge Oeles stattgefunden hat.

Am 12. September 1888 sind sodann folgende Koinzidenzbestimmungen am Faden III ausgeführt, welche in unzweideutiger Weise zeigten, das der Einfluss der Temperatur nur sehr gering sein kann:

$p =$	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
1. Reihe									
Drehung rechts:	50,1268	50,1240	50,1190	50,1163	50,1125	50,1158	50,1205	50,1233	50,1245
Temp. + 18,°1	1238	1243	1183	1145	1138	1168	1198	1235	
2. Reihe									
Drehung links:	50,1165	50,1145	50,1103	50,1063	50.1063	50,1093	50,1135	50,1185	50,1178
Temp. + 18,°6	1195	1173	1115	1070	1068	1090	1130	1175	
3. Reihe									
Drehung rechts:	50,1270	50,1248	50,1243	50,1163	50,1148	50,1178	50,1218	50,1245	50,1268
Temp. + 19,°0	1275	1263	1213	1155	1148	1173	1233	1258	

Ich habe a. a. O. des Näheren gezeigt, dass der Einfluss der Temperatur verschwindend ist. Diese Unabhängigkeit der Koinzidenzbestimmungen von Temperaturveränderungen ist eine sehr werthvolle Eigenschaft dieses Mikrometers, und kann nicht genug zur Nachahmung empfohlen werden.

Dagegen findet meine Annahme von der Herausarbeitung des überschüssigen Oeles eine Bestätigung in dem allmäligen Anwachsen der Zahlen vom 6. September, wenn man von den geringen Schwankungen derselben absieht. Ferner deutet die grosse Uebereinstimmung der am 12. September bei gleichen p angestellten Koinzidenzbestimmungen unter einander an, dass das überschüssige Oel schon nahezu beseitigt gewesen sein muss, wenngleich zwar aus diesen Koinzidenzbestimmungen noch kein Schluss darüber gemacht werden kann, wie nahe der Gleichgewichtszustand zwischen der Einwirkung der Drehung der Schraube auf die Oelschicht und dem Widerstande der letzteren herangerückt war, da an diesem Tage nur kleine Drehungswinkel um den Faden III vollführt wurden.

Ich habe zunächst die Koinzidenzen vom 6. September behandelt und musste hierbei zu den Formeln greifen, welche die Glieder zur Darstellung des überschüssigen Oeles enthalten: Es wurden erst Näherungswerthe der Konstanten

ermittelt und alsdann aus diesen die genauen Werthe nach der Methode der kleinsten Quadrate gerechnet und mit Hilfe derselben die Berechnung der Koinzidenzen vorgenommen. Eine Vergleichung dieser Werthe mit den beobachteten zeigt die folgende Tafel:

p	Drehung rechts			Drehung links		
	$C_{Rechnung}$	$C_{Beob.}$	$C_R - C_B$ in Einh. d. 4. Dec.	$C_{Rechnung}$	$C_{Beob.}$	$C_R - C_B$
0	33,9516	33,9520	− 4	33,9246	33,9255	− 9
45	9569	9565	+ 4	9275	9220	+ 55
90	9458	9468	− 10	9137	9213	− 76
135	9454	9440	+ 14	9136	9075	+ 61
180	9405	9410	− 5	9103	9135	− 32
225	9497	9503	− 6	9240	9205	+ 35
270	9687	9683	+ 4	9456	9495	− 39
315	9880	9865	+ 15	9659	9638	+ 21
360	9924	9890	+ 34	9699	9690	+ 9
360	9987	34,0018	− 31	9767	9780	− 13
315	33,9968	33,9993	− 25	9741	9780	− 39
270	34,0005	34,0000	+ 5	9729	9698	+ 31
225	33,9939	33,9935	+ 4	9624	9638	− 14
180	9965	33,9960	+ 5	9629	9618	+ 11
135	33,9994	34,0008	− 14	9687	9713	− 26
90	34,0102	0098	+ 4	9848	9840	+ 8
45	0133	0128	+ 5	9920	9918	+ 2
0	34,0173	34,0170	+ 3	9965	9963	+ 2

Die berechneten Koinzidenzen der Linksdrehung stimmen mit den beobachteten nicht ganz so gut überein wie diejenigen der Rechtsdrehung. Ich schreibe das dem Umstande zu, dass durch die erstere Drehungsart sich mehr Oel zwischen die „oberen Schraubenflächen“ festsetzt, als durch die letztere, und dass die Anzahl der mitgenommenen höheren Glieder in den Ausdrücken für die Koinzidenzen daher nicht ausreicht.

Aus den Unterschieden *Rechnung minus Beobachtung* folgen die wahrscheinlichen Fehler einer Koinzidenzbestimmung:

für Rechtsdrehung ± 0ᴿ,0014 = ± 0″,02,
für Linksdrehung ± 0,0032 = ± 0,04,

während der aus den Beobachtungen durch Rechtsdrehung direkt gefundene ± 0ᴿ,0008 = ± 0″,01 war.

Ich hatte früher darauf hingewiesen, dass das überschüssige Oel sich am Ende der Koinzidenzbestimmungen vom 6. September schon nahezu herausgearbeitet haben musste. In der That ergab sich nach der 18. Koinzidenz als Betrag der von der Abnahme der Oelschicht herrührenden Korrektion mehr als 0″,94 d. h. in Linearmaass, da die Schraube 0,25 *mm* Ganghöhe hat, mehr als 0,02 *mm*.

Eine nochmalige Durchführung der ganzen Rechnung, diesmal mit besonderer Rücksicht auf höhere Glieder, ergab als wahrscheinlichen Fehler einer Koinzidenzbestimmung für:

Drehung rechts: ± 0ᴿ,0015,
„ links: ± 0,0018.

Die Prüfung meiner Formeln an den Koinzidenzbeobachtungen vom 12. September 1888 hatte Herr Dr. V. Wellmann die Gefälligkeit, zu übernehmen.

Aus den früher angeführten Gründen führte er die Rechnung mit Fortlassung der vom überschüssigen Oele abhängenden Glieder nach Formeln aus, welche mit Berücksichtigung der auf Seite 84 besprochenen Eigenthümlichkeiten der mit Federdruck versehenen Mikrometer eine sehr einfache Gestalt annehmen.

Hierbei ergab sich als wahrscheinlicher Fehler einer Koinzidenzbestimmung:

1. Reihe	Drehung	rechts	± 0,0011
2. „	„	links	± 0,0006
3. „	„	rechts	± 0,0008.

Aus den Beobachtungen dieses Tages sieht man am besten, dass die Genauigkeit der Mikrometerbeobachtungen nicht in letzter Reihe von der Sorgfalt abhängt, welche man auf das Oelen der Schraube verwendet. Es lag mir nun sehr daran, zu untersuchen, was man mit einiger Sorgfalt in dieser Hinsicht erreichen könnte. Ich schraubte daher am 20. Oktober die Mikrometerschraube ganz heraus, reinigte sie, versah sie hierauf mit frischem Oel und suchte durch Andrücken zwischen zwei Fingern eine möglichst gleichmässige und dünne Oelschicht zu erzielen. Hierauf vollführte ich einige Reihen von Koinzidenzen, darunter eine nahezu bei derselben Stellung der festen Fadenplatte wie Sept. 20.

Herr Dr. Wellmann berechnete aus der letztern Reihe die folgenden wahrscheinlichen Fehler einer Koinzidenzbestimmung:

Dr. r.:	± 0,0005	± 0,0003	± 0,0005,
Dr. l.:	± 0,0004	± 0,0008	± 0,0004.

Im Uebrigen ergab die Vergleichung der Zahlenwerthe der Konstanten beider Tage untereinander, dass man durch sorgfältiges Oelen sogleich dasselbe leisten kann wie vermittels längern Hin- und Herschraubens der Schraube. *(S. Astr. Nachr.)*

Die Kleinheit der wahrscheinlichen Fehler spricht für die Güte der Schraube und die tadellose Ausführung des Mikrometers im Uebrigen.

2. Das Fraunhofer'sche Mikrometer der Berliner Sternwarte.

Dieses Mikrometer ist wesentlich anders konstruirt als das Bamberg'sche. Die Mikrometerschraube hat ihre Lager im beweglichen Schlitten selbst, bildet also mit diesem ein Ganzes, während die Schraubenmutter an den festen Theilen des Mikrometers sitzt; gegen diese wird die Mikrometerschraube durch ihr eigenes Gewicht zusammen mit dem des Schlittens angepresst; Federdruck ist nicht vorhanden.

Während also beim Bamberg'schen Mikrometer der Schraube nur drehende Bewegungen ertheilt werden konnten, und der Schlitten dadurch gezwungen war, an der Schraube auf und ab zu gleiten, geht beim Fraunhofer'schen Mikrometer die Schraube mit dem Schlitten mit. Die Folge davon ist eine vollständige Umkehrung aller Vorgänge: Die „obere Berührung“ fällt mit „Trommel unten“, die „untere Berührung“ mit „Trommel oben“ zusammen. Durch „Drehung rechts“ bewegt sich der bewegliche Faden in der Richtung von der Trommel weg, durch „Drehung links“ in der Richtung nach der Trommel zu.

Da nun die Trommelablesung wie bisher bei Drehung rechts wächst, so wird sie durch das Zwischentreten der Oelschicht zwischen die Schraubenflächen auch in einer Weise geändert, welche der bisherigen entgegen ist, d. h. die Korrektionen bekommen das entgegengesetzte Zeichen der auf Seite 49 angegebenen, und man hat:

Drehung links, $p = 0°$ bis $90°$: $$C = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 + (H_1 - h_1) - (G_1 - g_1)\cos p - (R_1 - r_1)\sin p,$$

Drehung rechts, $p = 90°$ bis $180°$: $$C = A + \Delta A + \Delta P_2 + \Delta F_2 - (H_2 - h_2) - (G_2 - g_2)\cos p + (R_2 - r_2)\sin p,$$

Drehung rechts, $p = 180°$ bis $270°$: $$C = A + \Delta A + \Delta P_2 + \Delta F_2 - (H_2 - h_2) - (G_2 - g_2)\cos p - (R_3 - r_3)\sin p,$$

Drehung links, $p = 270°$ bis $360°$: $$C = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 + (H_1 - h_1) - (G_1 - g_1)\cos p + (R_4 - r_4)\sin p.$$

Die Zeichen sind also wieder so gewählt, dass die Unbekannten positiv herauskommen müssen, wenn sie nur von Veränderungen der Oelschicht herrühren.

Es kommt aber bei diesem Mikrometer noch ein Punkt in Betracht. Ich führe hierüber in Kürze an, was Herr Dr. G. Müller in seinen *Untersuchungen über Mikrometerschrauben, Bd. V der Berliner astronomischen Beobachtungen, Seite (II)* sagt:

„Die Schraubenmutter hatte in der ursprünglichen Einrichtung des Apparates einen durchgehenden Schlitz, an welchem sie durch leichte Federung sich zu erweitern strebte. Durch eine Korrektionsschraube wurde an dieser einen Stelle des Umfanges der federnden Erweiterung entgegengewirkt oder nachgegeben. Nachdem hierbei bedeutende Uebelstände der Schraubenbewegung bemerkt worden waren, wurde dadurch eine Abhilfe herbeigeführt, dass die Schraubenmutter in zwei Hälften geschnitten wurde. Die Stellung dieser beiden Hälften zu einander, also die Weite der Mutter, wurde durch zwei an gegenüberliegenden Stellen des Umfanges wirkende Korrektionsschrauben regulirt.“


Fig. 8.

Wenngleich durch die Theilung in zwei Hälften, welche, wie ich höre, vom Mechaniker Martins herrührt, eine Besserung der bemerkten Uebelstände konstatirt wurde, so bleibt doch zu bedenken, dass die Schraubenmutter dadurch an Festigkeit verliert und neue Fehlerquellen entstehen, indem fünf Spielräume mehr geschaffen werden, von denen je zwei auf die beiden Korrektionsschrauben kommen und einer den Zwischenraum zwischen den beiden Hälften der Schraubenmutter bildet. In Folge dessen können Wacklungen der aufgeschraubten Hälfte entstehen, und durch diese die Ablesungen um Grössen von der Ordnung der bisher besprochenen Korrektionen geändert werden. Auch werden je nach der Entfernung der beiden Hälften von einander die Berührungen zwischen Schraube und Schraubenmutter sehr verschieden ausfallen; es können die beiderseitigen Flächen vollständig oder theilweise zur Berührung gelangen; mitunter kann sich die Berührung der Flächen der Schraube auf Spitzen und scharfe Kanten der Schraubenmutter beschränken. Im letzteren Falle würde die Oelschicht keine Bedeutung mehr haben und die Schraube starken Abnutzungen ausgesetzt sein.


Fig. 9.


Fig. 10.

Ich habe diese verschiedenen Berührungen, so gut es ging, durch die folgenden Figuren zu veranschaulichen gesucht, welche, in der Richtung der Schraubenaxe gesehen, einen zu dieser senkrechten Schnitt darstellen, jedoch vieles der Phantasie zu ergänzen überlassen.

Fig. 8 zeigt die regelrechte Verbindung der beiden Hälften der Schraubenmutter. In Fig. 9 sind sie näher an einander herangerückt, in Fig. 10 weiter von einander fortgerückt; ihre Gewinde ergänzen sich in der Projektion nicht mehr zu Kreisen, und es gelangen Kreise grösserer Halbmesser der Schraube nur theilweise mit Halbkreisen kleinerer Halbmesser der Schraubenmutter zur Be-

rührung. In Fig. 11 endlich ist eine unsymmetrische Stellung der beiden Hälften zu einander abgebildet.

Bevor ich an die Koinzidenzbestimmungen ging, schraubte ich die obere Hälfte der Schraubenmutter vermittels der Korrektionsschrauben so fest an die untere, bis die Mikrometerschraube feststand, alsdann lockerte ich sie wieder, bis die Schraube soeben leicht gedreht werden konnte. Die Stellung der Schraubenmutter entsprach hierbei nahezu der Mitte der Schraube, bei welcher die Koinzidenz mit dem Faden stattfand, den ich im Folgendem mit A bezeichnen werde. Beim Faden B jedoch drehte sich die Schraube merklich schwerer, da sie hier einen grösseren Durchmesser hatte.



Fig. 11.

In Folge der Lockerung der beiden Korrektionsschrauben kann nun das Gewicht des Schlittens Verschiebungen an der obern Hälfte der Schraubenmutter und dementsprechende Aenderungen der Ablesungen bewirken. Unter der Voraussetzung, dass diese Verschiebungen sich auch nach $\sin p$ und $\cos p$ werden zerlegen, also mit G und R vereinigen lassen, habe ich vier am Fraunhofer'schen Mikrometer ausgeführte Reihen zu je 26 Koinzidenzen nach den abgekürzten Formeln:

Drehung links $p = 0°$ bis $90°$: $C = S_1 - m_1 w - G_1 \cos p - R_1 \sin p$

" rechts $p = 90$ bis 180 : $C = S_2 + m_2 w - G_2 \cos p + R_2 \sin p$

" " $p = 180$ bis 270 : $C = S_2 + m_2 w - G_3 \cos p - R_3 \sin p$

" links $p = 270$ bis 360 : $C = S_1 - m_1 w - G_1 \cos p + R_4 \sin p$,

wo $S_1 = A + \Delta P_1 + \Delta F_1 + H_1$ und $S_2 = (A + \Delta A) + \Delta P_2 + \Delta F_2 - H_2$

bedeutet, wie folgt durch Rechnung dargestellt:

Trommel oben. — Drehung links.

Nr.	p	Faden A. $C_{Rechnung}$	Faden A. $C_{Beob.}$	$C_R - C_B$	Faden B. $C_{Rechnung}$	Faden B. $C_{Beob.}$	$C_R - C_B$	Nr.
1	270°	41,4848	41,4820	+ 28.	51,9023	51,9030	− 7	1
2	285	4807	4863	− 56	8999	9018	− 19	2
3	300	4761	4793	− 32	8968	9000	− 32	3
4	315	4711	1698	+ 13	8933	8930	+ 3	4
5	330	4661	4630	+ 31	8896	8898	− 2	5
6	345	4616	4573	+ 43	8859	8788	+ 71	6
7	0	4577	1590	− 13	8827	8830	− 3	7
8	15	4536	4565	− 29	8807	8798	+ 9	8
9	30	4507	4525	− 18	8794	8813	− 19	9
10	45	4493	4420	+ 73	8789	8753	+ 36	10
11	60	4495	1510	− 15	8794	8773	+ 21	11
12	75	4512	4513	− 1	8807	8800	+ 7	12
13	90	4544	4530	+ 14	8828	8840	− 12	13
14	90	4545	4538	+ 7	8831	8835	− 4	14
15	75	4515	4518	− 3	8814	8818	− 4	15
16	60	4500	4513	− 13	8805	8810	− 5	16
17	45	4500	4515	− 15	8805	8815	− 10	17
18	30	4516	4538	− 22	8814	8830	− 16	18
19	15	4547	4565	− 18	8831	8848	− 17	19
20	0	4590	4603	− 13	8856	8883	− 27	20
21	345	4631	4625	+ 6	8893	8893	0	21
22	330	4678	4633	+ 45	8933	8933	0	22
23	315	4730	1735	− 5	8975	8983	− 8	23
24	300	4782	4798	− 16	9014	9023	− 9	24
25	285	4831	4825	+ 6	9050	9035	+ 15	25
26	270	41,4873	41,4868	+ 5	51,9078	51,9045	+ 33	26

Trommel unten. — Drehung rechts.

Nr.	p	Faden A. $C_{Rechnung}$	Faden A. $C_{Beob.}$	$C_R - C_B$	Faden B. $C_{Rechnung}$	Faden B. $C_{Beob.}$	$C_R - C_B$	Nr.
1	90°	41,5151	41,5155	− 4	51,9377	51,9375	+ 2	1
2	105	5151	5138	+ 13	9375	9365	+ 10	2
3	120	5157	5168	− 11	9381	9385	− 4	3
1	135	5170	5165	+ 5	9393	9400	− 7	4
5	150	5187	5190	− 3	9410	9410	0	5
6	165	5209	5205	+ 4	9432	9430	+ 2	6
7	180	5234	5230	+ 4	9456	9463	− 7	7
8	195	5259	5263	− 4	9473	9468	+ 5	8
9	210	5283	5293	− 10	9490	9483	+ 7	9
10	225	5305	5303	+ 2	9505	9513	− 8	10
11	240	5322	5323	− 1	9518	9513	+ 5	11
12	255	5335	5330	+ 5	9528	9533	− 5	12
13	270	5342	5348	− 6	9533	9535	− 2	13
14	270	5342	5348	− 6	9532	9540	− 8	14
15	255	5335	5323	+ 12	9525	9520	+ 5	15
16	240	5322	5313	+ 9	9514	9515	− 1	16
17	225	5305	5313	− 8	9499	9493	+ 6	17
18	210	5283	5278	+ 5	9482	9478	+ 4	18
19	195	5259	5268	− 9	9464	9460	+ 4	19
20	180	5233	5233	0	9446	9445	+ 1	20
21	165	5209	5203	+ 6	9419	9420	− 1	21
22	150	5187	5180	+ 7	9396	9403	− 7	22
23	135	5179	5170	+ 9	9377	9375	+ 2	23
24	120	5157	5168	− 11	9361	9370	− 6	24
25	105	5150	5150	0	9357	9358	− 1	25
26	90	41,5150	41,5148	+ 2	51,9357	51,9350	+ 7	26

Die beobachteten Koinzidenzen sind, wie früher, Mittelwerthe aus zwei Einzelbestimmungen, und es folgen für sie aus den R — B als wahrscheinliche Fehler:

Trommel oben, Faden A: ± 0ᴾ,0020 = ± 0″,031
„ „ , „ B: ± 0,0016 = ± 0,025
„ unten, „ A: ± 0,0005 = ± 0,008
„ „ , „ B: ± 0,0004 = ± 0,006

Die Darstellung der Koinzidenzen bei Trommel unten kann eine vollkommene genannt werden. Um so auffallender sind die grösseren Differenzen R — B, Trommel oben. Blosse zufällige Beobachtungsfehler darin zu sehen, will mir nicht genügen, und eher schon könnte ich mich mit der Erklärung befreunden, dass körnerartige Verunreinigungen des Oeles zwischen denjenigen Schraubenflächen, welche bei Trommel oben zur Berührung gelangen, dem zu Grunde liegen, zumal die Schraube des Fraunhofer'schen Mikrometers ganz bloss liegt. Gegen diese Erklärung spricht aber, dass die vielen Reihen von Koinzidenzbestimmungen, welche ich am Bamberg'schen Mikrometer ausgeführt habe, sich stets vorzüglich haben darstellen lassen, und ich neige daher zu der Annahme, dass körnerartige Verunreinigungen, ebenso wie das überschüssige Oel, durch die Drehung der Schraube herausgeschleudert werden und sich in den einspringenden Winkeln der Schraubenmutter festsetzen.

Sehr gut aber lässt sich die mangelhafte Darstellung durch die Theilung der Schraubenmutter in zwei Hälften erklären. Man braucht dazu nur eine Ver-

schiebung der beiden Hälften gegeneinander in der Richtung der Schraubenaxe anzunehmen, und zwar in dem vorliegenden Falle in der Weise, dass die aufgeschraubte Hälfte die andere, welche an dem Mikrometer selbst festsitzt, bei Trommel oben überragt. In dieser Lage ruht dann die Schraube mit dem Schlitten hauptsächlich auf der aufgeschraubten Hälfte, diese giebt nach und verursacht ähnliche, aber jedenfalls nicht so regelmässige Aenderungen in den Ablesungen, wie Höhenveränderungen der Oelschicht. Bei Trommel unten dagegen ruht die Schraube hauptsächlich auf der festen Hälfte, die nicht nachgiebt.

Hat ausserdem eine Parallel-Verschiebung der beiden Hälften stattgefunden, wie ich in Fig. 11 dargestellt habe, dann wird die Schraube auf Spitzen, oder doch mindestens auf scharfen Kanten ruhen. Damit stimmen, wie ich in den *Astronomischen Nachrichten* nachgewiesen habe, weitere Ergebnisse der Rechnung.

3. Schlussfolgerungen.

Die vorstehenden Untersuchungen an den beiden Mikrometern beziehen sich nur auf die vertikale Stellung der Fadenebene zum Horizont.

Denkt man sich nun noch, während die Schraube die vertikale Stellung einnimmt, das ganze Mikrometer um die Durchschnittslinie dieser Ebene mit dem Horizonte als Axe gedreht, so dass die Schraubenaxe sich jetzt in einer zur vorigen senkrechten Ebene bewegt, dann lässt sich erwarten, dass der Werth von G derselbe bleiben und die von ihm abhängende Korrektion auch wieder dem Kosinus des Neigungswinkels folgen und in der horizontalen Lage der Fadenebene gleich Null werden wird.

Anders verhält sich die Sache bei den R. Hier ändern sich die Spielräume und die Reibungsverhältnisse des Schlittens an seinen Führungen. Man wird also andere Werthe für die R erhalten.

Gesetzt nun, es wäre möglich, durch genaue Ausführung der Mikrometer und gutes Oel Beständigkeit dieser Grössen zu erzielen, und man hätte Beobachtungen irgend welcher Art in den verschiedensten Lagen der Fadenebene und Schraube ausgeführt, aber nur für eine Lage die Koinzidenz bestimmt, dann würde man nöthigenfalls die Mittel an der Hand haben, aus dieser einen Koinzidenz und den Werthen der Konstanten, welche für die beiden vertikalen Hauptebenen gelten, interpolatorisch die Koinzidenzen für die übrigen Lagen zu berechnen.

In der That sind beim Bamberg'schen Mikrometer die G sehr beständig; weniger ist das bei den R der Fall; diese sind aber im Durchschnitt viel kleiner als die G, und ändern daher die Koinzidenzen auch nur in geringerem Grade.

Ich erwähne bei dieser Gelegenheit, dass Herr Mechaniker C. Reichel eine Konstruktion der Mikrometer im Sinne hat, von welcher sich erwarten lässt, dass sie den Anforderungen, die an ein solches Instrument gestellt werden können, in hohem Grade genügen, und welche namentlich die R zum Verschwinden bringen wird.

Aber gleichviel, ob die Koinzidenz auf diesem Wege wird bestimmt werden können oder nicht, so bin ich doch weit entfernt davon, ein so weitläuftiges Verfahren zu empfehlen, und es wird selbstverständlich einfacher sein, die Koinzidenz in jeder Lage, in welcher das Mikrometer zum Beobachten benutzt wurde, besonders zu bestimmen. Die vorstehenden Untersuchungen hatte ich vielmehr in der Absicht angestellt, um klar zu legen, wie man die Mikrometerschraube anzuwenden hat, um die grösstmögliche Genauigkeit zu erlangen; unter Anderem geht aus

ihnen hervor, dass das übliche Verfahren, die Schraube sowohl rechts als links zu drehen, keinen Vortheil bringt.

Das Einführen einer Oelschicht zwischen die Schraubenflächen kann man doch eigentlich nur als ein nothwendiges Uebel ansehen, und man muss darnach trachten, die Höhe derselben möglichst klein zu erhalten, um ein inniges Anschliessen der Schraubenflächen an einander zu erzielen.

Es giebt aber je nach der Konstruktion und Lage des Mikrometers immer nur eine Drehungsart, durch welche der innige Anschluss begünstigt wird, während die andere Drehungsart die Schraubenflächen von einander entfernt und mehr Oel zwischen sie treibt. Beim Fraunhofer'schen Mikrometer z. B. durfte des innigeren Anschlusses wegen bei „Trommel oben" nur links, bei „Trommel unten" nur rechts gedreht werden. Mikrometer, bei denen Federdruck auf den Schlitten wirkt, wie beim Bamberg'schen, erfahren eine weitere Einschränkung dadurch, dass sie nur bei „Trommel oben" und „Drehung rechts" benutzt werden dürfen, da nur dann Feder, Schwere und Drehung die gleichen Flächen von Schraube und Schraubenmutter gegen einander treiben, während bei Trommel unten die Flächen durch die Schwere aus einander getrieben werden. Man begiebt sich daher des Vortheils, den die Mikrometer ohne Federn gewähren, auch die „untere Berührung" zu Messungen verwenden zu können, welche der Benutzung einer zweiten Schraube gleich kommt.

Man kann also die folgende allgemeine Regel aufstellen:

Man soll eine Mikrometerschraube stets in der Richtung drehen, durch welche diejenigen Schraubenflächen einander genähert werden, welche auch durch die Schwere und eventuell durch die Federn zusammengebracht werden. Das Drehen in der engegengesetzten Richtung entfernt diese Flächen von einander und zwängt mehr Oel zwischen sie. Es findet dann, so zu sagen, ein Schwimmen der Schraubenmutter bezw. der Schraube auf der Oelschicht statt, und für die Genauigkeit der Messung wird zum mindesten nichts gewonnen.

Bei Mikrometern ohne Federdruck sind in der horizontalen Lage der Schraube beide Drehungsarten gleichwerthig.

Diese Vorschrift wird um so mehr befolgt werden müssen, je grösser die Genauigkeit ist, welche von den Beobachtungen verlangt wird, und je kleiner die zu bestimmenden Grössen sind, wie z. B. die Fehler der Schraube selbst.

Bei einem gut konstruirten Mikrometer, bei welchem die Veränderlichkeit der Koinzidenzen in der Hauptsache vom Oele abhängt, werden voraussichtlich immer die G grösser sein als die R, es wird also der Anschluss der Schraubenflächen an einander bei der vertikalen Lage der Schraube am innigsten, d. h. die Höhe der Oelschicht am kleinsten sein. Es empfiehlt sich daher, die Untersuchungen der Schraube auf ihre Fehler nach den bekannten Vorschriften von Bessel mindestens in der vertikalen und horizontalen Lage vorzunehmen, um zu prüfen, ob diese Fehler bei etwas veränderter Höhe der Oelschicht dieselben bleiben.

Wie schädlich ein Uebermaass von Oel solchen Bestimmungen kleinster Grössen werden kann, beweist die starke Veränderlichkeit der Koinzidenzbestimmungen vom 6. September 1888. Man kann daher als eine zweite Hauptregel aufstellen:

So oft eine Schraube frisch geölt war, überzeuge man sich davon, ob kein überschüssiges Oel vorhanden ist, und wenn solches da ist, so beseitige man es, bevor man mit dem Mikrometer Beobachtungen anstellt.

4. Vorschläge, die Konstruktion von Fadenmikrometern betreffend.

Indem ich hoffe, durch meine Untersuchungen an den beiden Mikrometern der Berliner Sternwarte gezeigt zu haben, welchen hohen Grad von Genauigkeit die mit ihnen angestellten Beobachtungen erreichen können, wenn man sie in der soeben beschriebenen Weise anwendet, so glaube ich doch, dass ihre Konstruktion noch einiger kleiner Verbesserungen fähig ist und ich erlaube mir daher, im Folgenden einige dahin zielende Vorschläge zu machen.

Die Anwendung von Federdruck auf den beweglichen Schlitten hat aus dem naheliegenden Grunde ihr Bedenken, dass die Schraubengewinde zu stark und auch sehr ungleich abgenutzt werden, da die Kraft der Feder an den verschiedenen Stellen der Schraube eine andere ist. Ausserdem begiebt man sich des Vortheils, das Mikrometer in beiden Lagen der Schraube zu Beobachtungen benutzen zu können.

Es hat ferner etwas gegen sich, aus der Schraube und dem beweglichen Schlitten, wie beim Fraunhofer'schen Mikrometer, ein Ganzes zu bilden. Denn dann kann es leicht kommen, dass während der Drehung der Schraube diese unbewusst auch innerhalb des Spielraums, welchen die Schraubenmutter gewährt, in der Richtung ihrer Axe hin- und herbewegt wird, wodurch Unstetigkeiten in der Lagerung der Oelschicht entstehen können.

Alles zusammengenommen bestehen meine Vorschläge in Folgendem:

1) Auf die Stellung des beweglichen Fadens soll nur das eigene Gewicht des Schlittens und die Drehung der Mikrometerschraube bestimmend wirken, und es muss ein Anpressen der Schraubenmutter an die Schraube durch Federdruck vermieden werden.

2) Die Schraube soll ihre Lagerstellen an den festen Theilen des Mikrometers haben, und in ihrer Längsrichtung unverrückbar sein.

3) Zur Vermeidung von Drehungen um Axen senkrecht zur Fadenebene dürfen die Spielräume des Schlittens an seinen Führungen das nothwendigste Maass nicht überschreiten und seine Länge darf nicht zu klein sein.

4) Wenn irgend möglich, sollten der Schlitten und seine Führungen aus Metallen mit möglichst geringem Reibungskoeffizienten verfertigt werden.

5) Zur Beurtheilung der horizontalen Lage der Mikrometerschraube, welche für die Anwendung der richtigen Drehungsart von Wichtigkeit ist, wird zweckmässig eine Libelle an das Mikrometer angebracht werden können, welche bei dieser Lage der Schraube einspielt.

6) Um Irrungen bezüglich der Drehungen zu verhüten, empfiehlt es sich, das Mikrometer an einer in die Augen springenden Stelle, etwa an der Ablesestelle selbst, mit Richtungspfeilen zu versehen.

7) Ein Spalten der Schraubenmutter in zwei Hälften zur gelegentlichen Verkleinerung des todten Ganges durch stärkeres Zusammenschrauben der beiden Hälften ist aus anderen Gründen zu vermeiden und eine vollständige nicht zu kurze Schraubenmutter vorzuziehen.

8) Die Mikrometerschraube darf nicht offen liegen.

9) Der Schlitten des festen Fadensystems muss zur Vermeidung von Verschiebungen innerhalb des Spielraumes der Schraubenmutter durch starke Spiralfedern oder Klemmschrauben unverrückbar gemacht werden.

Mikroskope von Carl Zeiss in Jena für krystallographische und petrographische Untersuchungen.

Von
Dr. S. Czapski in Jena.

Diese Mikroskope, von denen die Firma **Carl Zeiss** drei in Ausstattung und Grösse verschiedene Modelle anfertigt, schliessen sich in dem allgemeinen Konstruktionstypus an deren gewöhnliche „Bild"-Mikroskope an. Der Typus dieser gestattet, bequem diejenigen besonderen Einrichtungen anzubringen, welche für krystallographische und petrographische Untersuchungen erforderlich sind, unter Wahrung der allgemeinen Vorzüge, die ihnen beim Mikroskopiren anerkannter Maassen zukommen.

A. Grosses Modell.

Das Stativ hat die Form und Grösse unserer Stative I und Ia, starken hufeisenförmigen Fuss, grobe Bewegung des Tubus mittels Zahn und Trieb *G* (Fig. 1), Feinbewegung durch Mikrometerschraube *M*. Der Oberkörper kann bis zur Horizontalstellung umgelegt und in jeder Lage mittels eines Hebels festgeklemmt werden.

Der **Beleuchtungsapparat** kann als Ganzes durch Zahn und Trieb in der optischen Axe auf- und abbewegt werden. Der doppelseitige (Hohl- und Plan)-Spiegel desselben kann leicht abgezogen werden, um in der Horizontalstellung des Stativs (beim Photographiren oder sonstiger direkter Beleuchtung) dem Lichte freien Eintritt in den Beleuchtungsapparat zu gestatten. Neben diesem Spiegel besteht der Beleuchtungsapparat aus:

a) dem Kondensor *C* von der Apertur 1,40, welcher ganz wie bei den anderen **Zeiss**'schen Mikroskopen in eine Hülse mit vorspringendem unteren Rand gefasst ist und von unten in eine entsprechende federnde Schiebhülse gesteckt wird. Derselbe kann auf diese Weise leicht gegen eine ebenso gefasste Zylinderblendung ausgetauscht werden (wenn von konvergentem zu parallelem Licht übergegangen werden soll) oder gegen eine der etwa sonst anzuwendenden besonderen Beleuchtungsvorrichtungen. Als solche kommen vornehmlich in Betracht:

1. der achromatische Kondensor oder der zentrirbare achromatische Beleuchtungsapparat (vgl. den **Zeiss**'schen Katalog 29 Nr. 20), speziell für die Bedürfnisse der Mikrophotographie konstruirt, um ein **scharfes** Bild der Lichtquelle in die Objektebene zu projiziren;
2. der Beleuchtungsapparat für monochromatisches Licht nach **Hartnack** (Kat. Nr. 21), um den im Gesichtsfeld befindlichen Theil des Objekts nur mit einer reinen Spektralfarbe zu beleuchten;
3. das Mikrospektralobjektiv nach **Engelmann** (Kat. Nr. 22), welches ein volles Spektrum auf das im Gesichtsfeld befindliche Objekt projizirt und die verschiedenen Wirkungen der Spektralfarben auf dasselbe nebeneinander gleichzeitig zu beobachten gestattet,
4. der Spektropolarisator nach **Rollet** (Kat. Nr. 23), von gleicher Anwendung wie 2.; nur mit Polarisationseinrichtungen und Wellenlängenskale versehen [1]).

Alle diese Apparate werden — in der von uns herrührenden Konstruktion — seit Jahren auch von anderen Werkstätten für die Bedürfnisse der mineralo-

[1]) Nähere Beschreibung desselben s. *diese Zeitschr. 1. S. 366. (1881.)*

gischen Forschung geliefert und dürften den hier interessirten Lesern daher schon einigermaassen bekannt sein. Dieselben werden neuerdings je mit einer Zentrir-



Fig. 1.

vorrichtung versehen, deren Hülse ganz ebenso wie die des Kondensors in die Schiebhülse des Beleuchtungsapparates eingeführt wird.

Den zweiten Hauptheil des Beleuchtungsapparates bildet:

b) der Diaphragmen- und Polarisatorträger.

Derselbe kann um einen Zapfen zur Seite geschlagen werden, (wie in der

Figur 1 dargestellt) und ist in seiner Ebene mittels Zahn und Trieb *R* beweglich, so dass nach Belieben zentrale oder schiefe Beleuchtung gegeben werden kann. Die zentrale Stellung des Triebes ebenso wie die des ganzen Trägers unter dem Kondensor werden je durch „Einschnappen" markirt.

In dem Diaphragmenträger findet dem Kondensor zunächst die Irisblende Platz (Kat. 60), welche durch Bewegung des Knöpfchens *k* eine allmälige Abstufung der Apertur des Beleuchtungskegels gestattet und innerhalb dieser eventuell Blenden für Dunkelfeldbeleuchtung, sowie Gyps- und Glimmerplättchen von bekannter Verzögerungsdifferenz. In demselben Träger wird der Polarisator-Nikol *P* in markirter Lage eingehängt. Durch das Trieb *R* kann der ganze Diaphragmenträger und mit ihm der Polarisator um seine vertikale Axe gedreht werden. Die Stellungen 0°, 90°, 180° sind wiederum durch Einschnappen einer federnden Nase markirt. Behufs Uebergangs von polarisirtem zu unpolarisirtem Licht wird der ganze Diaphragmenträger einfach bei Seite geschlagen (wie in Fig. 1 dargestellt).

Der kreisförmige Tisch des Stativs hat etwa 120 *mm* im Durchmesser und ist um die optische Axe des Mikroskops drehbar. Er ist zu diesem Behufe an der Kante „ränderirt" und wird mit den Händen (je ein Finger beiderseits) bewegt. Nahe dem Rande trägt er eine Theilung in ganze Grade (genauere Theilung auf Wunsch), welche an einem Index *i* vorbeistreicht. Ferner ist auf demselben in zwei zu einander senkrechten Durchmessern eine Millimetertheilung (100 *mm*) aufgetragen und die zwischen diesen gelegenen, gegen sie unter 45° geneigten Durchmesser sind ebenfalls durch Striche gekennzeichnet — zur Orientirung des Objekts.

Der Tisch hat eine ziemlich weite (33 *mm*) zentrale Oeffnung, um Schälchen und dergl. bequem und sicher aufsetzen zu können. Dieselbe kann durch Einlegen des beigegebenen Diaphragmas auf den oberen Durchmesser der Kondensorlinse reduzirt werden.

Gewöhnliche Präparate (auf Objektträgern) werden durch zwei Federklammern gegen die Tischplatte gedrückt und so festgehalten.

Der Obertheil des Stativs besteht, wie der unserer anderen grösseren Stative aus dem Tubusträger, welcher in Prismenführung durch die Mikrometerschraube *M* (eigener Konstruktion)[1]) zur genauen Einstellung auf das Objekt feinbewegt wird. Eine auf dem Kopf der Mikrometerschraube aufgetragene Theilung, auf welche eine feste Spitze zeigt, gestattet, Messungen in der Tiefendimension und damit unter Umständen Bestimmungen von Brechungsindizes bis zu einigen Einheiten der 3. Dezimale. Der Tubus selbst wird mittels einer Zahn- und Triebvorrichtung *G* zur gröberen Einstellung auf das Objekt schnell auf- und abbewegt. An das untere Ende des Tubus, welches eine Zentrirvorrichtung *c c* und in dieser das englische Gewinde (sog. „*society screw*") trägt, werden die Objektive angeschraubt. Sämmtliche Objektive unserer Werkstätte und aller derjenigen, welche jenes immer mehr eingebürgerte Gewinde tragen, passen daher ohne Weiteres an diesen Tubus. Das Wechseln der Objektive durch Ab- und Anschrauben ist natürlich etwas umständlich. Wo hierauf Gewicht gelegt wird, empfiehlt sich die Anwendung eines der üblichen Revolver (für 2, 3 und 4 Objektive) oder des vor einigen Jahren von uns konstruirten Schlittenobjektivwechslers.[2]) (Kat. Nr. 55/56). Der letztere

---

[1]) *Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. III.* **2.** *S. 207. — Diese Zeitschr.* **7.** *S. 221. (1887).*

[2]) *Diese Zeitschr.* **8.** *S. 310. (1888.)*

kann mit beliebig vielen Objektiven verwandt werden und gewährleistet, einmal ajustirt — bei schnellster Auswechselbarkeit — genaue Fokussirung und Zentrirung aller Systeme gleicher Gattung (achromatische oder apochromatische).

Nahe dem unteren Ende des Tubus ist derselbe seitlich durchbrochen und lässt lichtdicht ein mittels Knöpfchens *K* hin und her (rechts und links) verschiebbares Rähmchen hindurch, welches in der einen seiner beiden seitlich nebeneinanderstehenden Oeffnungen eine Klein'sche Quarzplatte trägt, an Stelle welcher auch eine Viertelundulationsglimmer- oder eine Gypsplatte vom Roth 1. Ordnung eingelegt werden kann, während die andere Oeffnung gewöhnlich leer bleibt; oder man legt in die eine Oeffnung das eine Plättchen, in die andere ein anderes. Auf diese Weise kann durch Ziehen des einen oder anderen der Knöpfe *K* schnell zwischen entsprechenden Beobachtungsarten gewechselt werden.

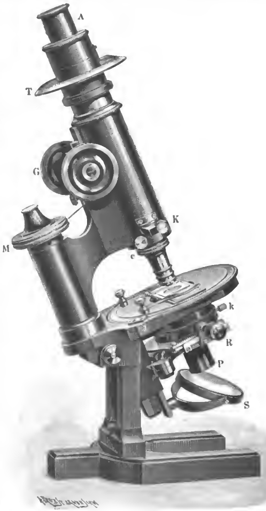


Fig. 2.

In dem Tubus ist — ebenfalls mit Zahn- und Trieb *g* — der sogenannte Auszichtubus beweglich. Eine auf demselben befindliche Millimetertheilung giebt die jeweilige Länge des gesammten Tubus (von der oberen Auflage des Okularrandes bis zur Ansatzfläche des Objektivs) an. Von oben werden in den Tubusauszug, in markirter Lage, die Okulare eingesetzt, welche sämmtlich zu stauroskopischen Beobachtungen mit Strichkreuz versehen sind — und auf diese eventuell der Analysator *A* (Hartnack-Prazmowski-Prisma) aufgesteckt. Die Fassung des Analysators, welcher innerhalb derselben um etwa

5 *mm* auf- und abbewegt werden kann, trägt einen Index, der über einer fest aufgesteckten Kreistheilung *T* spielt, an welcher das Azimuth des Analysators abgelesen werden kann.

Zwischen Okular und Analysator findet eine Kalkspathplatte für stauroskopische Untersuchungen Platz, wofern nicht zu diesem Zweck ein Bertrand'sches Okular mit vierfacher Quarzplatte vorgezogen wird.

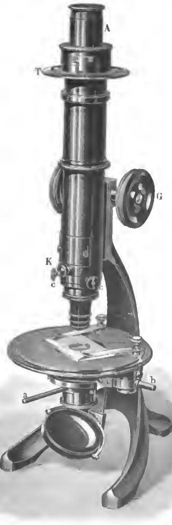


Fig. 3.

Am untern Ende trägt das Tubusauszngsrohr eine schwalbenschwanzförmige Kulisse, in welcher zur Axenbilderuntersuchung das entsprechend gefasste Amici'sche Hilfsobjektiv mit Knopf *B* eingeführt werden kann. Dasselbe ermöglicht ebenfalls einen sehr schnellen Uebergang von der Axenbilder- zu gewöhnlicher Bildbeobachtung. Das Okular bildet in Verbindung mit dieser Linse ein Mikroskop für sich (Hilfsmikroskop, als Ersatz für das Axenbilder-Okular), welches mittels der erwähnten Zahn- und Triebvorrichtung auf das Axenbild eingestellt werden kann.

Um die Amici'sche Linse einsetzen zu können, ist in dem äusseren Tubus ein Fenster durchgebrochen, welches mit einer Klappe verschlossen werden kann.

B. Mittleres Modell.

Dies Modell (Fig. 2 a. S. 97) ist im Wesentlichen dem vorher beschriebenen gleich, nur von geringerer Grösse (unserem Stativ IV entsprechend). Es ist ebenfalls umlegbar, hat die gleiche Einrichtung des Beleuchtungsapparats, des Tisches, der Grob- und Feinbewegung des Tubus, der Vorrichtung für die Klein'sche Quarzplatte und den Analysator sowie die Zentrirvorrichtung für die Objektive.

Nur entbehrt es des Amici'schen Hilfsobjektivs und ist statt dessen für das „Axenbilder-Okular" eingerichtet. Dementsprechend ist der Tubus ohne Auszug.

C. Kleines Modell.

Das Stativ dieses Modells (Fig. 3) ist von der Form und Grösse des im Katalog unter IX aufgeführten. Nicht umlegbar, geschweifter dreitheiliger Fuss (englischer

Form). Der Polarisator *P* ist mit einem Kondensor von der Apertur 1,0 zusammen in eine Hülse gefasst und lässt sich mittels des Arms *a* um die optische Axe drehen. Wird derselbe an seinem unteren Rande in der Schiebhülse um einige Millimeter herabgezogen, (so dass die Kondensorlinse unter die Tischplatte kommt), so lässt er sich mittels des Hebelchens *b* ganz herausschlagen. Zieht man den Polarisator vollends aus der Hülse, so kann derselbe gegen das Beleuchtungssystem mit kleiner Irisblende (Kat. Nr. 19), Zylinderblende oder dergleichen vertauscht werden.

Der Tisch ist drehbar und mit Kreistheilung versehen.

Der grosse zweiseitige (Plan- und Hohl-)Spiegel kann seitlich bewegt, aber nicht wie bei den grossen Modellen leicht abgezogen werden.

Der Tubus kann nur durch Zahn- und Trieb *G* bewegt werden. Die Konstruktion dieses Mechanismus ist aber eine so solide, dass sie noch den Gebrauch der mittleren Objektive (bis etwa 4 *mm* Brennweite) gestattet. Er trägt am oberen Ende wiederum den Theilkreis *T* für den Analysator *A*, am unteren Ende die Zentrirvorrichtung *cc* und den Schlitten mit Biot-Klein'scher Quarzplatte, nach dessen Herausnahme ein herabfallender Schieber einen genügend lichtdichten Verschluss bildet.

Referate.

Neuer Anemograph und Anemoskop.

Von H. Wild. *Mélanges physiques et chimiques, tirés du bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. XIII. S. 139.*

Bei meteorologischen Registrirapparaten scheint die Elektrizität wieder mehr und mehr in Aufnahme zu kommen. Zwar dürfte wohl die unmittelbare Uebertragung ganzer Registrirungen auf grosse Entfernungen noch lange ein frommer Wunsch der Meteorologen bleiben; aber selbst innerhalb eines grösseren Institutes erscheint es häufig sehr lohnend, die Elektrizität zu diesem Zwecke zu benutzen, wenn die Sicherheit der Aufzeichnung darunter nicht wesentlich leidet. Bei diesen geringeren Entfernungen kommt dann nicht viel darauf an, wie das Kabel beschaffen ist, d. h. ob es nur einige wenige, oder vielleicht ein Dutzend Drähte enthält. Die elektrische Registrirung der Richtung des Windes in ihrer einfachsten aber auch sichersten Form wird durch ein solches Drahtbündel ermöglicht; bei dem von Sprung und Fuess beschriebenen Windapparate wird ebenfalls von dieser Methode Gebrauch gemacht, (vergl. *diese Zeitschrift 1889 S. 94.)* Im Uebrigen stimmt indessen der hier zu besprechende Wild'sche Windapparat mit dem Sprung-Fuess'schen nicht überein, indem ersterer nach dem Prinzip des Chronographen konstruirt ist, und zwar der Hauptsache nach in folgender Weise:

Ein mit Papier überzogener Zylinder rotirt gleichförmig vermöge eines Uhrwerks, wie bei den kleinen Richard'schen Registrirapparate, nur dass er in 24 Stunden einen Umlauf vollendet. Auf dem Zylinder schreiben fortwährend 8 in geraden Linien übereinander liegende Federn, so dass jede im Allgemeinen eine zarte Horizontallinie zeichnet. Jedesmal aber, wenn das Schalenkreuz 100 Umdrehungen gemacht hat, erfolgt ein elektrischer Kontakt und hierdurch eine kleine seitliche Exkursion einer oder zwei benachbarter von diesen Federn; welche es sind, das hängt eben von der Stellung der Windfahne ab, so dass auf diese Weise durch 8 Zuleitungsdrähte 16 verschiedene Richtungen aufgezeichnet werden.

Ist die Richtung des Windes unveränderlich, beispielsweise Süd, so erscheinen alle Marken als seitliche Ansätze einer und derselben Horizontallinie; der Raum zwischen 2 Stundenlinien wird um so mehr oder weniger davon erfüllt sein, als die Windgeschwindigkeit grösser oder kleiner ist. Wechselt die Richtung des Windes im Laufe der Stunde, so ist es ebenso, nur muss man die Marken gewissermaassen in verschiedenen Etagen suchen.

Bei sehr starken Winden rücken die Marken so nahe an einander, dass eine Zählung nicht mehr möglich ist. Deshalb ist noch ein anderes System von elektrischen Marken, am Fusse der Trommel vorgesehen, welche nach je 1000 Umdrehungen des Schalenkreuzes erfolgen.

Dieser Anemograph wurde im Jahre 1887 im physikalischen Zentralobservatorium zu St. Petersburg aufgestellt und hat seither ohne erhebliche Unterbrechungen funktionirt. Von 1888 an erfolgte die Herleitung der Windverhältnisse für St. Petersburg nach demselben.

Der Preis des ganzen Apparates mit Einschluss des Leitungsdrahtes und der zugehörigen 13 galvanischen Elemente (Leclanché) ist auf etwa 800 M. zu veranschlagen.

Sp.

Ein historisches Instrument.

Von R. J. Lecky. *The Observatory. 1890. S. 298.*

Aus Anlass einer von Mr. Lewis im Juniheft des *„Observatory“* gegebenen Aufzählung und kurzen Beschreibung der altehrwürdigen Instrumente der Greenwicher Sternwarte, welche durch die wichtigen mit ihnen ausgeführten astronomischen Arbeiten zur Berühmtheit gelangt sind, erwähnt Verf. eines unter seiner Verwahrung in *South Kensington* befindlichen Bird'schen Quadranten von 1 *Fuss* Radius, welcher, wahrscheinlich für Kapt. Cook zur Beobachtung des Venusdurchganges im Jahre 1769 verfertigt, bis heute noch in gutem Zustande erhalten ist. Er befindet sich auf einem mit vier Fussschrauben und einem Horizontalkreise versehenen Gestell. Dieser Kreis ist in ganze Grade getheilt, mit Nonius, Klemme und Feinschraube ausgestattet und soll die Messung horizontaler Winkel mit dem Quadranten ermöglichen. Zur gröberen Einstellung in den Vertikalkreis dient eine kurze Libelle, zur feineren das an einem dünnen Silberdraht aufgehängte Loth. Ausser dem in der Vertikalebene beweglichen Fernrohr ist noch ein festes, horizontales Fernrohr oben am Quadranten angebracht. Besonders auffällig ist für uns die zuerst wohl von Graham, dann aber auch von anderen Mechanikern damaliger Zeit ausgeführte doppelte Eintheilung des Quadranten, nämlich einmal in 90 Grad und zweitens in 96 Theile. Diese letztere Theilung ist, nachdem man den Quadranten zunächst in drei Theile getheilt hat, durch fortgesetzte Halbirung der Winkel leicht herzustellen; sie diente den Mechanikern zur Kontrole der parallel mit ihr auf dem Limbus verlaufenden Haupttheilung, da jeder vierte Theilstrich der ersteren mit einem Strich der Haupttheilung zusammenfallen muss, wenn diese von fünf zu fünf Minuten fortschreitet; denn die Koinzidenzen finden, wie leicht zu sehen, in Intervallen von 3° 45′ statt. War, wie wohl in den meisten Fällen, die Nebentheilung nicht weniger fein als die Haupttheilung, so konnte man auch in ihr die Winkel messen, musste sie allerdings hinterher auf das Nonagesimalsystem reduziren. — Mit der Alhidade ist ein sich zwischen den beiden Theilungen hinschiebender, auf seinen beiden Seiten diesen Theilungen gemäss eingerichteter Nonius verbunden, ausserdem auch eine mit getheilter Trommel versehene und den Nonius eigentlich entbehrlich machende Mikrometerschraube nebst Klemme. Welche Genauigkeit der Ablesung durch die Nonien und die Mikrometerschraube erreicht wird, giebt Verf. nicht an. Die Nonien der beiden Quadrantentheilungen werden durch ein Mikroskop, der Nonius des Horizontalkreises durch eine Lupe abgelesen. *Kn.*

Bestimmung des Ohm durch die elektrodynamische Methode von Lippmann.

Von H. Wuilleumier. *Journ. de Phys. II. 9. S. 220. (1890.)*

Das Prinzip der Lippmann'schen Methode ist folgendes: Eine kreisförmige, mit feinem Draht bewickelte Spule dreht sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um den vertikalen Durchmesser im Innern eines langen, fest aufgestellten Solenoids; das letztere wird von einem konstanten Strom durchflossen, der gleichzeitig auch einen Leiter passirt, dessen Widerstand in absolutem Maass gemessen werden soll. Durch die Drehung der beweglichen Spule im magnetischen Felde der festen wird eine periodisch veränderliche elektrometerische Kraft induzirt; kompensirt man das Maximum derselben mit Hilfe eines

Kapillarelektrometers durch die Potentialdifferenz zweier Punkte A und B des von dem konstanten Strom durchflossenen Leiters, so ist der Widerstand zwischen den Punkten A und B in absolutem Maasse:

$$R = 8\pi^2 Snv,$$

wo S die Windungsfläche der Induktionsrolle, v ihre Rotationsgeschwindigkeit und n die Anzahl der Windungen auf die Längeneinheit der festen Spule bedeutet. Misst man denselben Widerstand R in legalen Ohm, so bekommt man durch Vergleichung der beiden Werthe den des theoretischen Ohm in Quecksilbereinheiten.

Wegen der Einzelheiten der experimentell sehr geschickt ausgeführten Arbeit sei auf das Original verwiesen. Die nothwendigen geometrischen Ausmessungen wurden im *Bureau international des Poids et Mesures* ausgeführt; dort wurde auch der Werth des in absolutem Maasse gemessenen Widerstandes — eines Neusilberbandes von 34,72 *m* Länge, 1 *cm* Breite und 3 *mm* Dicke — in legalen Ohm durch Vergleichung mit drei parallel geschalteten Etalons bestimmt.

Das Resultat der Arbeit von Wuilleumier ist:

$$1 \text{ abs. Ohm} = 106{,}27 \frac{m}{mm^2} Hg .$$

Diese Zahl weicht von den neueren Bestimmungen weniger als $^1/_{2000}$ ab. *Lck.*

Apparat zur fraktionirten Destillation unter vermindertem Druck.

Von E. Valenta. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 673. (1889.)*

Das Destillat gelangt aus dem Kühler durch einen Tubulus in ein zylindrisches geschlossenes Gefäss, welches oben eine Röhre mit Hahn zur Verbindung mit der Luftpumpe und am Boden eine Röhre mit Dreiweghahn trägt; an letztere werden die zur Aufnahme der einzelnen Fraktionen bestimmten Kölbchen angesetzt. Erstarrt das Destillat bei Zimmertemperatur, so kann der Apparat mit einem Heisswassermantel umgeben werden. *Wysch.*

Extraktionsapparat.

Von O. Knöfler. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 671. (1889.)*

Der Apparat unterscheidet sich von dem Förster'schen Extraktionsaufsatz (*diese Zeitschrift 1888. S. 197*) dadurch, dass das zur Aufnahme der Substanz bestimmte innere Rohr unten geschlossen und von einem U-förmigen Heber, dessen kurzer Schenkel bis an seinen Boden reicht, oder einer Bässereck'schen Hebevorrichtung durchsetzt ist. Hierdurch wird bewirkt, dass die um die Substanz sich ansammelnde Flüssigkeit nur von Zeit zu Zeit in den Kolben abfliesst. *Wysch.*

Ueber eine photographische Methode der Breitenbestimmung aus Zenithsternen.

(Auszug aus einem Schreiben von Herrn Professor J. C. Kapteyn an Herrn Professor Helmert.) *Astron. Nachr.* **125.** *Nr. 2982. (1890.)*

Die seitens der *Internationalen Erdmessung* unter Leitung des Herrn Direktor Helmert und Prof. Albrecht ausgeführten Untersuchungen über die Schwankungen der Erdaxe, bei welchen es auf möglichst scharfe Messungen der Veränderungen der Polhöhe an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche ankommt, haben Verf. angeregt, eine zu diesem Zwecke geeignete Methode vorzuschlagen. Prof. Kapteyn will sich hierzu eines nach dem Prinzipe des Greenwicher *Reflex Zenith Tube* (beschrieben in *Appendix I to the Vol. of the Greenw. Observ. for the year 1854*) konstruirten Instrumentes bedienen. Ueber die hauptsächlichsten Einrichtungen desselben, seine Fehlerquellen, sowie über die Art der Messung äussert sich Verf. in nachstehender Weise:

„Das Wesentliche des Instruments besteht in Folgendem: 1) Einem Objektiv AA, dessen optische Axe sehr nahe vertikal ist; 2) einem Quecksilberhorizont BB, der in einer etwas grösseren Distanz als die halbe Fokallänge unter dem Objektiv aufgestellt

ist; 3) einer empfindlichen Platte PP genau in der Fokalebene des Objektivs, so dass die Strahlen eines Sterns Σ nach Reflexion ein Bild des Sterns auf der Platte PP entwerfen. Zur genauen Fokussirung muss dem Objektiv eine kleine auf- und niederwärts gehende Bewegung gegeben werden können, und weiter muss es, mit der fest damit verbundenen empfindlichen Platte, um eine nahezu vertikale Axe drehbar sein. Durch diese letzte Bewegung wird es ermöglicht, Aufnahmen in zwei um 180° verschiedenen Positionen des Objektivs zu machen, welche als Lage I und Lage II unterschieden werden mögen.

„Zur stabilen Befestigung der empfindlichen Platte an der Montur des Objektivs sei eine kreisrunde Messingplatte mittels vier radialer Arme, die z. B. alle einen Winkel von 45° mit dem Meridian bilden, dauernd mit dieser Montur verbunden. An dieser Platte, deren Mittelpunkt in der optischen Axe liegen muss, wird die kleine empfindliche Platte derart festgeklemmt, dass sie vom Sterne Σ gesehen gänzlich hinter der Messingplatte verborgen bleibt. In dieser Weise ist man sicher, dass immer der nämliche Theil des Objektivs unwirksam bleibt und dass die Diffraktionserscheinungen immer die nämlichen sind.

„Es scheint mir vortheilhaft, das Instrument nicht in der nämlichen Art anzuwenden, wie dies in Greenwich mit dem *Zenith Tube* geschieht, d. h. nicht zur Bestimmung von absoluten Zenithdistanzen, sondern zur Bestimmung von Unterschieden in Zenithdistanz. Dazu wähle man zwei Sterne, die wenige Minuten nach einander in sehr kleiner und nahe gleicher Entfernung vom Scheitel kulminiren, der eine nördlich, der andere südlich vom Zenith; falls die Zenithdistanz nur eine oder ein paar Minuten beträgt, können beide auch an der nämlichen Seite des Meridians gewählt werden. Es sei anfangs das Objektiv in der Lage I. Der erste Stern wird zur Zeit der Kulmination, wofern seine Helligkeit eine genügende ist, die Spur seiner täglichen Bewegung auf der empfindlichen Platte verzeichnen. Nachdem dieses geschehen ist, wird das Objektiv in die Lage II gebracht und in gleicher Weise die Spur der täglichen Bewegung des zweiten Sterns erhalten. Nach der Entwicklung werden auf der Platte diese Spuren wie feine Linien NN und SS sichtbar sein, durch deren grösste bezw. kleinste Distanz offenbar der Unterschied der Zenithdistanzen beider Sterne bestimmt wird. Für die Ausmessung dieser Distanz ist es vielleicht gut, den Ort des Meridians auf der Platte kenntlich zu machen. Verschiedene Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind leicht anzugeben. Die einzigen Fehler des Instruments oder der Platte, die einigen Einfluss auf die Richtigkeit der Resultate ausüben können, sind, soweit ich sehen kann, die folgenden:

1) Die Neigungsänderung i des Objektivs bei Uebergang aus der ersten in die zweite Lage. Es sei h Distanz der empfindlichen Schicht vom zweiten Hauptpunkte des Objektivs, F Fokallänge, so ist, wenigstens für Zenithdistanzen, die 1° nicht übersteigen, der Betrag der erforderlichen Korrektion wegen Neigungsänderung $(h/F)\,i$. Die Lage des zweiten Hauptpunktes ist für jedes Objektiv durch Rechnung oder durch Versuche zu ermitteln. Wahrscheinlich wird seine Lage gewöhnlich etwas ausserhalb des Objektivs zur Seite der Kronglaslinse sein. Dieses ist wohl die Ursache, weshalb man in Greenwich das Okular an der nach aussen gewandten Seite des Objektivs angebracht hat, so dass die Lichtstrahlen, bevor sie das Okular erreichen, zum zweiten Male durch das Objektiv gehen. Mir scheint diese Einrichtung nicht ganz ohne Bedenken und ich schlage deshalb vor, die Platte unter dem Objektiv anzubringen. Zwar wird es dadurch unmöglich, bei der gewöhnlichen Konstruktion der Objektive die Grösse h und mit derselben die ganze Korrektion für Neigung zum Verschwinden zu bringen — man würde dieses nur erreichen durch die Konstruktion eines Objektivs, dessen Flintglaslinse nach aussen gewandt ist — aber die Sache ist nicht von grossem praktischen Belang. Denn die Neigungsänderungen gehen (wenn die Platte dem Objektiv so nahe wie möglich gebracht wird) in ungünstigen Fällen wahrscheinlich noch beträchtlich mehr als zwanzigmal verkleinert in das Resultat ein und eventuelle Fehler der Libelle, an der diese Aenderungen abzulesen sind, werden also nie einen irgend merklichen Einfluss ausüben können.

2) Die Fehler des Werths eines Millimeters in Bogenmaass. Um diesen Fehler gänzlich unschädlich zu machen, lasse man noch einen dritten Stern die Spur seiner täglichen Bewegung auf der Platte verzeichnen, welche Spur $\Sigma\Sigma$ ziemlich weit von den Spuren NN und SS entfernt sein muss. Die grosse Distanz der Spuren $\Sigma\Sigma$ und SS (oder NN) wird den verlangten Werth in aller gewünschten Genauigkeit liefern.

3) Die Distorsion der Fokalebene für die Distanz, die man zu messen hat. Diese wird wegen der kleinen Entfernung an und für sich äusserst klein sein und ist weiter ganz gleichgiltig, weil es sich hier nicht handelt um die absolute Differenz der Zenithdistanzen, sondern nur um die Veränderungen dieser Differenz von Tag zu Tag.

4) Die Verzerrungen der Gelatineschicht bei der Entwicklung. Auch diese werden erfahrungsgemäss wegen der kleinen Entfernung (die z. B. unter 10′ bleiben muss) fast absolut verschwindend sein. Weiter aber sind sie natürlich von ganz zufälliger Natur.

„Es ist somit wohl keine andere Methode denkbar, wo die Möglichkeit des Einschleichens systematischer Fehler, die vom Instrument herrühren, eine so geringe ist. Abgesehen von der Korrektion i, die ganz weggeschaft werden kann, hat man gar keine Reduktionen anzubringen und, mit Ausnahme der Verbindung der Platte mit dem Objektiv, sind Verschiebungen und Veränderungen des Instruments, während der wenigen Minuten der Aufnahme, ganz einflusslos.

„In Betreff der zufälligen Fehler wird voraussichtlich die Methode sich als ganz vorzüglich herausstellen. Denn weil man immer im Mikroskop (womit man die Ausmessung ausführt) eine ziemlich grosse Strecke der feinen Linien übersehen wird, so werden wahrscheinlich die Messungen durch die Undulationen, entstanden durch Unruhe der Atmosphäre, des Quecksilbers und durch kleine Ungleichförmigkeiten der empfindlichen Schicht, nicht merkbar gestört werden. Weiter aber wird die Messung dieser feinen Linien sich mit noch grösserer Schärfe ausführen lassen als die Messungen der punktartigen Bilder bei gewöhnlichen Sternaufnahmen. Nach den schon ausgeführten Messungen (von Thiele, Bakhuyzen u. s. w.) wird man bei einer Fokallänge von 3½ Meter, wohl auf eine Genauigkeit von ± 0,10″ (w. F.) in der Messung der einzelnen Differenz der Zenithdistanzen rechnen können, d. h. auf eine Genauigkeit von ± 0,05″ (w. F.) in der Position des Zeniths.

Porzellanschalen für quantitative Arbeiten.

Von Dr. O. Knöfler. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **28.** *S. 673. (1889.)*

Für quantitatives Arbeiten mit weissen Niederschlägen empfiehlt der Verfasser Porzellanschalen mit dunkler Innenglasur. Die Farbe muss unter der Glasur eingebrannt werden, damit letztere ihre Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien nicht verliert.

Wgsch.

Apparat zum Reagiren in der Kälte und bei Luftabschluss.

Von J. W. Brühl. *Chem. Berichte* **23.** *S. 1460. (1890.)*

Zum Krystallisirenlassen und nachfolgendem Filtriren bedient sich der Verfasser des folgenden Apparates. Ein zylindrisches, mit einer aufgeschliffenen tubulirten Kappe bedecktes Gefäss läuft unten in eine Röhre mit Spitze aus. Diese wird durch einen Kautschukschlauch mit einer Hahnröhre verbunden, die zu einem evakuirbaren Kolben führt. Das zylindrische Gefäss wird gegen die Röhre durch einen Platinkonus oder eine gläserne oder steinerne Kugel, wie sie als Kinderspielzeug zu haben sind, abgeschlossen und mit der Flüssigkeit, aus der sich Krystalle abscheiden sollen, gefüllt; es kann mit einem Kühlmantel umgeben sein. Nach eingetretener Krystallisation wird abgesaugt. Verfasser empfiehlt auch, die oben erwähnten Kugeln beim Filtriren mit gewöhnlichen Trichtern statt der Filtrirplatten zu benutzen. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Dr. J. Frick's Physikalische Technik, speziell Anleitung zur Ausführung physikalischer Demonstrationen und zur Herstellung physikalischer Demonstrationsapparate mit möglichst einfachen Mitteln. Sechste umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Dr. Otto Lehmann. Erster Band. Braunschweig. Vieweg und Sohn. 1890.

Die sechste Auflage des Frick'schen Buches ist eine völlige Umarbeitung, welche von dem durch seine „Physikalische Technik" und seine „Molekularphysik" bekannten Professor O. Lehmann ausgeführt ist. Die grossen Veränderungen, die von ihm vorgenommen sind, zeigen sich äusserlich an einer so bedeutenden Vermehrung des Inhalts, dass eine Theilung in zwei Bände nothwendig geworden ist. Der vorliegende erste Band hat allein nahezu denselben Umfang wie das ganze Werk in der vorigen Auflage. Die Aenderung des Titels, („physikalische Demonstrationen" an Stelle von „physikalische Versuche" und „physikalische Demonstrationsapparate" an Stelle von „physikalische Apparate") ist geeignet, die Zwecke des Werkes klarer, als es der alte Titel that, hervortreten zu lassen. Diese Zwecke sind durch die Neubearbeitung nicht geändert worden. Es sollen diejenigen Lehrer, welche während ihrer Studien keine Gelegenheit hatten, Uebung in physikalischen Versuchen zu erlangen, Anleitung zur Anstellung für den Unterricht geeigneter Versuche, sowie Rathschläge für die Anschaffung und Behandlung der nothwendigen Apparate finden.

Was die Anordnung des Stoffes betrifft, so hat Prof. Lehmann zwar die Eintheilung in die beiden Hauptabschnitte beibehalten, wie sie früher war; innerhalb dieser Hauptabschnitte aber und namentlich innerhalb des zweiten ist eine völlige Aenderung der Stoffanordnung eingetreten, die insbesondere durch die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Molekularphysik und der elektromagnetischen Lichttheorie veranlasst sind. Nur wenig ist aus der alten Auflage unverändert in die neue übergegangen; das meiste hat eine gründliche Neubearbeitung erfahren.

Der erste Theil des ersten Hauptabschnitts handelt von der Einrichtung des Lokals und der Behandlung der Apparate im Allgemeinen. Es wird ausführlich die Anordnung und Ausrüstung der Räumlichkeiten eines physikalischen Instituts geschildert, welchem alle Hilfsmittel der modernen Technik zur Verfügung stehen. Da die beschriebene Einrichtung Mittel erfordert, wie sie wohl nur einer Hochschule zu Gebote stehen, so sind noch einige Bemerkungen über die Anlage des physikalischen Kabinets einer Mittelschule hinzugefügt. Das zweite Kapitel handelt von dem Reinigen, Repariren und Aufstellen der Apparate und giebt Anleitung zur Ausführung der am häufigsten vorkommenden Arbeiten, wie Löthen, Firnissen, Glasblasen, Glasschleifen u. a. m. Jedem Physiker, der keine Gelegenheit hatte, ausführlichere Werke über diesen Gegenstand einzusehen, oder von einem Mechaniker die betreffenden Handgriffe zu erlernen, ist die Lektüre dieses Kapitels dringend zu empfehlen.

Der zweite Haupttheil giebt nun die Anleitung zu den einzelnen Versuchen und die Beschreibung der wichtigsten Unterrichtsapparate. In dem ersten Bande sind: 1. die Versuche über das Gleichgewicht der Kräfte, 2. diejenigen über Zustandsänderungen der Körper durch Wärme, 3. diejenigen über Dynamik und Thermodynamik enthalten. Von der in der Vorrede ausgesprochenen Absicht, alle theoretischen Erörterungen zu vermeiden, ist nur im Anfang zur Klarlegung fundamentaler Anschauungen abgewichen worden. Neben den alten bewährten Versuchen und Apparaten sind auch neuere Vorschläge thunlichst berücksichtigt. Sehr werthvoll ist es gewiss für viele, dass bei den einzelnen Apparaten Notizen über die Bezugsquellen, häufig mit Angabe des Preises, angefügt sind. Hierzu ist zu bemerken, dass Florenz Müller, bei dem Töpler-Hagen'sche Luftpumpen zu beziehen sein sollen, seit Jahren todt und sein Geschäft nicht fortgeführt ist. Von den zahlreichen Holzschnitten ist ein grosser Theil den bekannteren Lehrbüchern, namentlich dem von Pfaundler (Pouillet-Müller), den Fachzeitschriften, sowie den illustrirten Katalogen mechanischer und optischer Werkstätten entnommen.

Wenn, wie zu erwarten, der zweite Band nicht hinter dem ersten zurücksteht, wird sich das Werk in seiner neuen Gestalt sicher zu seinen alten Freunden zahlreiche neue erwerben. *E. Br.*

Experimental-Untersuchungen über Elektrizität. Von Michael Faraday. Deutsche Uebersetzung von Dr. S. Kalischer. Zweiter Band. Julius Springer. Berlin 1890. M.8,00.

Die erste Hälfte des vorliegenden Bandes der berühmten Untersuchungen enthält die Reihen XV bis XVIII, welche die elektrische Kraft des Zitteraales, die Kraftquelle der Volta'schen Säule und die Elektrizitätserregung bei der Reibung von Wasser und Dampf an anderen Körpern zum Gegenstand haben.

Kleinere Abhandlungen Faraday's über magnetische und namentlich elektromagnetische Probleme bilden die zweite Hälfte. Eine historische Arbeit: „Entwurf einer Geschichte des Elektromagnetismus", welche in dem zweiten Bande des englischen Originals nicht abgedruckt ist, wurde in der Uebersetzung mit Recht zugefügt, da sie eine interessante Zusammenstellung der fundamentalen Versuche von Männern wie Oersted, Arago und Ampère enthält.

Auch der vorliegende Band des klassischen Werkes, das hier in gediegener Uebersetzung und Ausstattung dem deutschen Publikum geboten wird, dürfte das Interesse Aller erregen, die sich ein Bild von der ersten Entwicklung der Elektrizitätslehre machen wollen. *Lck.*

Reduktionstabellen zur Gauss-Poggendorff'schen Spiegelablesung. Von Dr. P. Czermak. Berlin. Julius Springer. M 12,00.

Bei der umfangreichen Verwendung, welche die Gauss-Poggendorff'sche Spiegelablesung gegenwärtig in physikalischen und elektrotechnischen Laboratorien findet, hilft das vorliegende Werk einem wirklichen Bedürfnisse ab und wird um so leichter Verwendung finden, als es in drei Sprachen geschrieben ist Verfasser giebt zunächst kurz die Theorie der Gauss-Poggendorff'schen Spiegelablesung, behandelt die Ausmessung der in Betracht kommenden Dimensionen und bespricht dann die zu beachtenden Korrektionen. Nach einigen Bemerkungen über Einrichtung und Gebrauch der Tafeln folgen sodann diese selbst. Die Tafeln sind praktisch und übersichtlich angelegt und entsprechen auch in Bezug auf ihre Ausstattung, Druck u. s. w. allen Anforderungen. Verf. hatte bei Abfassung des Werkes den Zweck vor Augen, die zeitraubende rechnerische Arbeit des physikalischen Forschers wesentlich abzukürzen und diese Tendenz in Verbindung mit der sachgemässen Ausführung wird dem Buche die weiteste Verbreitung sichern. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Sitzung vom 20. Januar 1891 Vorsitzender: Herr Haensch, später Herr Dr. Loewenherz.

Das Protokoll der Generalversammlung, welches Herr Blankenburg vorlegt, wird genehmigt.

Da in Sachen der Krankenkasse von dem Vorstande derselben eine befriedigende Antwort auf die Anfrage der Gesellschaft nicht eingelaufen ist, so wird beschlossen, sich an die Gewerbe-Deputation des Magistrats zu wenden.

Ein Antrag des Vorstandes, die erste Sitzung jedes Monats als eine gesellige anzusetzen, wird angenommen mit der Abänderung, dass versuchsweise bis zu den Sommerferien eine Sitzung jedes Monats als zwanglose Zusammenkunft behufs Besprechung gemeinsamer Angelegenheiten abgehalten werden solle.

Auf Antrag des Vergnügungsausschusses erklärt sich die Versammlung damit einverstanden, das Stiftungsfest am 10. Februar mit Damen zu feiern und stellt die nöthigen Geldmittel zur Verfügung.

Darauf tritt die Versammlung in die Besprechung der Wahlen zum Einigungsamt ein. Es wird beschlossen: 1) die Wahlen der Meistervertreter in der nächsten ordentlichen Sitzung vorzunehmen; 2) dazu alle in Berlin und dessen Umgebung ansässigen Werkstattsinhaber einzuladen und ihnen freizustellen, ihren technischen Vertreter zu der Wahl an ihrer Stelle zu entsenden; 3) wenn dieselbe Werkstatt Mehreren gehört, nur einen derselben zur Stimmabgabe zuzulassen; 4) die Beschlussfassung über die Wahlen der Gehilfenvertreter zu verschieben, bis alle Vorbereitungen getroffen sind.

Die Versammlung beschliesst ferner, Lehrverträge und Lehrzeugnisse drucken zu lassen. In den nächsten Sitzungen soll der Wortlaut derselben festgestellt werden; Herr Haensch wird ersucht, ein Lehrzeugniss für Optiker auszuarbeiten.

Darauf wird eine von J. C. Koch, Hohen-Limburg, gefertigte Kommutator-Bürste neuer Konstruktion vorgezeigt, sowie die Mittheilung für die Werkstatt in der Januar-Nummer der Zeitschrift für Instrumentenkunde besprochen. Zur Aufnahme gemeldet hat sich Herr stud. techn. Boas.

Sitzung vom 3. Februar 1891. (Zwanglose Zusammenkunft.) Es findet eine eingehende Besprechung über die Wahlen zum Einigungsamt und über den Lehrvertrag statt. Herr Boas wird in die Gesellschaft aufgenommen. Zum Eintritt melden sich die Herren: M. Kreitling, G. Meissner, H. Dehmel. *Blaschke*, Schriftführer.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat durch den Heimgang ihres langjährigen Mitgliedes, des Optikers Prof. Dr. Hartnack in Potsdam, einen herben Verlust erlitten. Eine Schilderung des Lebensganges des verdienstvollen Mannes und seiner technischen und wissenschaftlichen Leistungen wird entweder in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift oder in dem bald erscheinenden Vereinsblatte der Gesellschaft unseren Lesern mitgetheilt werden.

Die **Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt des Physikalischen Vereins** zu Frankfurt a. M. schliesst im März den Winterkursus, welcher von 18 neu eingetretenen Schülern besucht war. Auch im verflossenen Jahre bekundete die betheiligte Industrie ihr Interesse an den Bestrebungen der Fachschule zur Heranbildung praktischer Mechaniker durch Zuweisung einer Reihe namhafter Geschenke. So wurden der Lehranstalt überwiesen: Muster von Leitungsmaterialien von Ad. Hohnholz-Rheydt; Magnete von Theodor Trier-Frankfurt a. M.; eine Handdynamomaschine von C. & E. Fein-Stuttgart; Lampen und Fassungen von Eggersmann & Lang-Aachen; eine Sammlung älterer Instrumente aus dem Nachlasse des Herrn Senator Kessler-Frankfurt a. M. von dessen Hinterbliebenen; Akkumulatorenplatten von Hartmann & Braun-Bockenheim; Induktor von E. Hartmann-Frankfurt a. M.; ein Ampere- und ein Voltmesser sowie zur Veranschaulichung der Wirkungsweise dieser Instrumente ein ungeaichtes Instrument zum Auseinandernehmen, Windungen und beweglicher Kern eines Amperemeters von Schuckert & Cie.-Nürnberg; desgleichen je ein Strom- und ein Spannungsmesser, sowie Windungen und bewegliche Systeme gesondert, von Siemens & Halske-Berlin; Vernicklungsmuster von H. Kleyer-Frankfurt a. M.; eine Zusammenstellung von Schalt- und Sicherheitsapparaten sowie Fassungen von der Maschinenfabrik Esslingen; eine Wechselstrommaschine für 10000 *Watt* und ein Transformator von der Aktiengesellschaft Helios in Köln. — Ferner wurde der Bibliothek der Fachschule durch Ueberweisung von Veröffentlichungen ein werthvolles Unterrichtsmaterial zugeführt. Der Lehrplan für den nächsten, am 27. April beginnenden Kursus weist in sofern eine Aenderung auf, als auch Messungen an der Wechselstrommaschine in denselben aufgenommen wurden. — Anmeldungen zur Aufnahme sind an den Leiter der Anstalt, Herrn Dr. J. Epstein in Frankfurt a. M., Stiftsstrasse 32, zu richten.

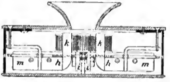
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

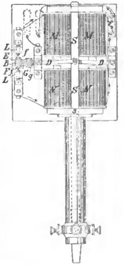
Vorrichtung zur Erzeugung eines gleichmässig erleuchteten Bildfeldes bei photographischen Weitwinkelobjektiven. Von Hartnack in Potsdam. Nr. 51529 vom 13. August 1889.

Mit dem Objektiv wird eine planparalelle Platte verbunden, welche aus einer plankonvexen scharfkantigen Linse aus absorbirendem Glas (z. B. Rauchglas) und einer plankonkaven Linse aus farblosem Glas und mit gleichen optischen Konstanten zusammengesetzt ist. Durch diese Vorrichtung werden, bei passender Wahl der Färbung und der Dimensionen der Rauchglaslinse, die Mittelstrahlen soweit gedämpft, dass ihre Intensität der Intensität der Randstrahlen gleichkommt und eine gleichmässige Erleuchtung des Bildfeldes erzielt wird.

Mehrpoliges Telephon mit radialer Verstellung der Polschuhe. Von C. Vogt in Posen. Nr. 52756 vom 23. November 1889. Kl. 21.



Die Polschuhe *kk* der Magnete *mm* sind nicht fest mit diesen verbunden, sondern durch Spindel *hh* zwischen den aneinander liegenden gleichnamigen Polen der Magnete verschiebbar angeordnet. Die Spindeln *h* können von aussen bei geschlossener Kapsel gedreht werden und sind durch Kegelräder *ii* zwangläufig mit einander verbunden, so dass beim Drehen einer Spindel auch die übrigen gedreht werden. Durch diese gleichzeitige radiale Verschiebung der Polschuhe kann die Wirkung des Telephones geändert und die geeignete Einstellung der Polschuhe zur Membran ermöglicht werden.



Elektrische Kraftmaschine mit schwingender Bewegung. Von M. Heidecke in Berlin. Nr. 52787 vom 11. Dezember 1889. Kl. 21.

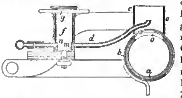
Die Kraftmaschine besteht aus zwei einander gegenüber stehenden Elektromagnetpaaren *MM*, *NN*, zwischen denen die mit dem Werkzeug *S* gelenkig verbundenen Anker *DD* schwingen. Der eine Anker ist über den Drehpunkt hinaus verlängert. Diese Verlängerung *B* schwingt zwischen den Backen *EF* eines mit den Stromschlussfedern *ff* verbundenen und um *g* drehbaren Hebelarmes *G*. Der jedesmalige Stromschluss wird, da der Arm *B* zwischen den Backen *E* und *F* einen geringen Todtgang hat, kurz vor jedem Hubende durch Andrücken der Feder *f* gegen eine der beiden Stromschlussschrauben *LL* bewirkt. Jede der beiden Stromschlussschrauben steht mit einem Ende der Erregerwicklung eines Elektromagnetpaares in Verbindung, so dass die Einschaltung der Elektromagnete abwechselnd bewirkt wird.

Instrument zur Erzeugung und wiederholten Hervorbringung von regelmässig gestalteten Bildern auf optischem Wege (Kaleidostat). Von G. Kerner in Sachsenhausen, Frankfurt a. M. Nr. 52680 vom 18. Juli 1889. Kl. 42.

Das Instrument ermöglicht, verschiedenartige Bilder durch Spiegelung eines Gegenstandes (Zeichnungen, verzierte Etiketten, Prägungen auf Papier u. s. w., Bilder, regelloses Gestrichel u. s. w.) in einem das Durchsehen in der Richtung der Längenaxe gestattenden, innen spiegelnden, vier- oder mehrseitigem Prisma (Hohlprisma oder total reflektirendes Prisma) zu erzeugen und zugleich dieselben Bilder wiederholt hervorzubringen. Zu diesem Zwecke ist der Träger des zur Bildererzeugung dienenden Gegenstandes (der Objektträger) und jenes Prisma (oder der Objektträger allein oder das Prisma allein) in zwei sich kreuzenden Richtungen verschiebbar angeordnet und mit Skalen zur Bestimmung der Lage versehen, welche das Beobachtungsobjekt in Bezug auf das Beobachtungsprisma einnimmt oder umgekehrt. Behufs der Vermehrung der Bilderformen kann das Prisma um seine Längenaxe drehbar sein und eine Einrichtung besitzen, die das Prisma in alle Winkelstellungen innerhalb eines Quadranten zum Objekt zu bringen und diese Stellungen zu messen gestattet, so dass es möglich wird, bei ein und derselben Objektlage Umgestaltungen und Uebergangsformen der gespiegelten Bilder zu erzeugen.

Apparat zur Erzeugung von Magnesiumlicht für photographische Zwecke. Von O. Zimmer in Dresden. Nr. 53271 vom 31. Dezember 1889. Kl. 57.

Mit diesem Apparat soll aufeinander folgend eine grössere Anzahl von Momentbeleuchtungen oder auch Beleuchtungen von beliebiger Dauer vorgenommen werden können, ohne dass jedesmal



das verbrannte Magnesiumpulver ersetzt werden muss. Derselbe besteht aus einem mit Asbest und Spiritus gefülltem Rohr *a*, welches in bestimmten Zwischenräumen mit Oeffnungen *o* versehen ist. Vor diesen Oeffnungen, welche durch Schieber *b* verschlossen werden können, sind Rahmen *c* angebracht. In die Rahmen *c* ragen die in den Magnesiumbehälter *f* führenden Rohre *d*. Der Behälter *f* besteht aus zwei in einander drehbaren Zylindern, von denen der innere mittels eines Stiftes *g* derartig verstellt werden kann, dass die Luftzuführungsöffnung *n* und die Oeffnung *m* in dem Einführungsrohr *d* gleichzeitig entweder geöffnet oder geschlossen sind.

Magnesium-Beleuchtungsapparat. Von J. Beaurepaire in Berlin. Nr. 52892 vom 5. Dezember 1889. Kl. 4.

Dieser Magnesium-Beleuchtungsapparat besteht aus einer ringförmigen Spirituslampe *a*,



in deren Mitte zur Aufnahme des pulverförmigen Magnesiums ein kesselartiger Behälter *m* angeordnet und mit einem Luftzuführungsrohr *r* derart versehen ist, dass der Luftstrom zentral von oben nach unten auf den Boden des Behälters trifft und das Magnesium gleichmässig in die Flamme treibt.

Loth zu Tiefen- und Strömungsmessungen. Von H. Flad in St. Louis, V. St. A. Nr. 52368 vom 28. August 1889. Kl. 42.

Das Loth gehört zu der Gattung von Lothen, welche zusammen mit einem Belastungsgewicht versenkt werden und ohne dieses Gewicht, nachdem dasselbe selbthätig ausgelöst worden

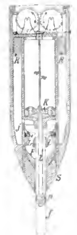


Fig. 1

ist, schwimmend emporsteigen, und bei welchen die Tiefe aus der zwischen der Versenkung und dem Wiederauftauchen verfliessenden Zeit ermittelt wird. Merkt man sich die Orte des Versenkens und Auftauchens, so ergiebt sich daraus auch die Richtung einer etwa vorhandenen Strömung des untersuchten Gewässers.

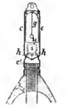


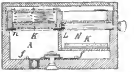
Fig. 2.

Das Loth ist nun so eingerichtet, dass es entweder beim Auftreffen, oder schon vorher, in jeder beliebigen gewünschten Tiefe, von seinem Belastungsgewichte befreit wird und den Zeitpunkt und die Stelle des Auftauchens durch ein optisches Zeichen angiebt.

Trifft das Loth auf den Grund auf, so verschiebt sich das Rohr *f*, stösst an die das Senkgewicht *S* haltenden, federnden Klinken *L* und löst sie dadurch aus. Soll das Gewicht *S* aber früher freigegeben werden, so wird der Kolben *K*, der das ringförmige Gewicht *R* vermittels der Schnurleitung *w* in langsame, gleichmässige Bewegung setzt, sobald die Klemmvorrichtung für die Schnüre *w* durch Druck auf *K* gelöst wird, in entsprechender Höhe eingestellt. Je nach der Wahl dieser Höhe erreicht der kegelförmige Kopf *p* der Kolbenstange *l* die Auslöseklinken *L* früher oder später. Das Senkgewicht bleibt stets auf dem Grunde liegen.

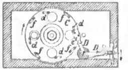
Die optische Anzeigevorrichtung, welche an der oberen Spitze (Fig. 2) des symmetrisch gestalteten Lothes angebracht ist, besteht aus einer unten offenen Glasglocke *g* mit Naphtafüllung, in welcher ein Kügelchen *u* aus Kalium hängt. *g* wird in einem Rohr *c* durch Gelatine festgehalten, welche auch die unten in *c* angebrachten Löcher *h* verschliesst. Im Wasser löst sich die Gelatine, doch wird die Glocke *g* so lange durch den Auftrieb gehalten, bis der Schwimmer über die Oberfläche des Wassers tritt. Alsdann fliesst das im Rohr enthaltene Wasser durch die Oeffnungen *h* aus und das Glasrohr mit dem Kalium-

kügelchen *u* folgen nach unten. Sobald das Kalium das Wasser in der kleinen Schale *s* erreicht, entzündet es sich plötzlich, zerbricht das Glasgefäss und setzt die darin enthaltene Naphta in Brand. Der Rauch der verbrennenden Naphta bei Tage und das dadurch erzeugte Licht bei Nacht zeigen sowohl die Stelle wie den Zeitpunkt an, an welchem das Instrument wieder an der Oberfläche erschien.



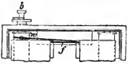
Tragbare photographische Kamera. Von C. P. Stirn in New-York. Nr. 52237 vom 12. Februar 1889.

Die Ueberführung der Platten *K* aus dem Exponirungsraum *A* in den lichtdicht verschlossenen Aufnahmeraum *N* wird durch einen rahmenförmigen Schieber *L* bewirkt, der mit dem Finger *n* zum Erfassen der Platten *K* versehen ist. Letztere fallen, wenn der Schieber genügend weit vorgezogen wird, selbthätig in den Raum *N* hinein.



Der aus einer rotirenden Scheibe *C* bestehende Momentverschluss wird vermittels eines Winkelhebels *D* ausgelöst, welcher sich mit einem Stift *e* gegen die Anschläge *f* an der Verschlussscheibe legt. Bei Zeitaufnahmen treten die zwischen den für Momentaufnahmen bestimmten Anschlägen *f* angeordneten Anschläge *d* in Thätigkeit.

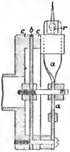
Vorrichtung zum Verstellen der Schlitzweite an Jalousieverschlüssen bei photographischen Apparaten. Von O. Anschütz in Lissa, Posen. Nr. 53164 vom 16. Februar 1890. (Zusatz-Patent zu Nr. 49919 vom 27. November 1888.) Kl. 56.



In der Aufwicklungswalze *w* ist eine Axe *a* angeordnet, welche Rollen *c* zur Aufnahme der Verbindungsschnur *f* der Jalousietheile trägt und mittels eines Knopfes *b* unabhängig von der Walze *w* gedreht werden kann. Durch Auf- oder Abwickeln der Schnur *f* wird der Schlitz in der Jalousie verengert oder verbreitert.



Neuerung an dem durch das Patent Nr. 45048 geschützten Verfahren und Apparat für das Registriren und Wiederhervorbringen von Tönen. Von E. Berliner in Washington, Columbia, V. St. A. Nr. 53622 vom 20. November 1889. Kl. 42. (II. Zusatzpatent zu Nr. 45048 vom 8. November 1887.)



Der Schreibstift und der zweiarmige Hebel des Hauptpatents sind hier durch eine den Stift für die Reproduktion der Töne tragende Feder *a* ersetzt, welche mit dem einen Ende an das die Membran *b* umhüllende Gehäuse *c* festgeklemmt ist, während das andere Ende derselben frei schwingen kann. Hierdurch werden die dem letzteren mitgetheilten Vibrationen durch Vermittlung des die Feder und die Membran verbindenden Stiftes *m* rechtwinklig zu der Fläche der Membran übertragen.

Vorrichtung zum Aufnehmen und Zählen einzelner Vorgänge. Von H. S. Ross in New-York. Nr. 53071 vom 16. April 1889.

Die Vorrichtung dient dazu, einzelne an verschiedenen Orten erfolgte Ausgaben von Billeten, Verkäufen u. s. w. auf einer Hauptstelle summirt anzuzeigen. Dies geschieht auf elektrischem Wege, indem jedes Mal an jedem einzelnen dieser Orte – nehmen wir an, einer Billetverkaufsstelle – bei der Entnahme eines Billets von bestimmtem Werthe auf irgend eine Weise der Stromkreis eines auf der Hauptstelle befindlichen, bestimmten Zählwerks geschlossen und dieses bestimmte Zählwerk geschaltet wird. Für Billete von anderem Werthe oder anderer Art sind andere Zählwerke vorhanden. Jedes Zählwerk ist mit ebensoviel elektromagnetischen Schaltvorrichtungen versehen, als Ausgabestellen angeschlossen sind. Durch eine Reihe Kegelradübersetzungen wird ein Rad des eigentlichen Zählwerks so angetrieben, dass es sich bei jeder Schaltung in gleichem Sinne fortbewegt.

Verfahren zur Herstellung von Phonogrammen. Erben des verstorbenen Dr. A. Wikszemski in Dorpat, Russland. Nr. 53641 vom 6. November 1889. Kl. 42.

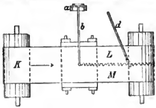


Fig. 1.

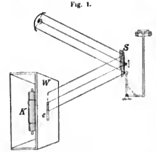


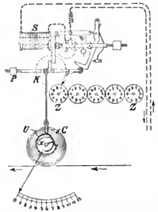
Fig. 2.

Auf dem mit einer dünnen Wachs- oder Firnissschicht gedeckten Metallband *K* zeichnet der mit der Membran *a* verbundene Stichel *b* die Schwingungen der letzteren, indem er den Wachs- oder Firnissüberzug bis auf das Metall ritzt. Ein hinter dem Stichel *b* befindlicher Schwamm oder Pinsel *d*, welcher mit einer ätzenden Flüssigkeit getränkt ist, bewirkt die Trennung des Metallbandes *K* nach der Wellenkurve in zwei Streifen *L*, *M*. Zur Erzeugung von Phonogrammen mit grösseren Schwingungsweiten dient die in Fig. 2 dargestellte Einrichtung. Von einem durch die Schallmembran bewegten zylindrischen Hohlspiegel *S* gehen parallele Lichtstrahlen aus, welche das hinter einer Wand *W* geführte Band *K* je nach der Stellung des Spiegels in einer längeren oder kürzeren Strecke durch einen Spalt *e* treffen, dessen Länge dem u-fachen Maximum der Schwingungsweite gleich ist. Wird nun der nicht belichtete Theil des Bandes abgewaschen, auf elektrolytischem Wege verstärkt und dann von dem belichteten getrennt, so erhält man einen Streifen, welcher sich von dem nach dem ersten Verfahren erhaltenen nur durch die grösseren Schwingungsweiten unterscheidet.

Verfahren zur Wiedergabe von Lauten oder Tönen mittels bandförmiger Phonogramme. Erben des Dr. A. Wikszemski in Dorpat. Nr. 53944 vom 6. November 1889. Kl. 42.

Um die Laute oder Töne, welche den Schwingungskurven des Phonogramms entsprechen, wieder hervorzurufen, führt man den wellenförmigen Rand des Streifens zwischen einer Lichtquelle und einer hinter dem Spalt einer Wand angeordneten Selenzelle oder zwischen einer Wärmequelle und einer Thermosäule mit derselben Geschwindigkeit, welche ihm bei Herstellung der Schwingungskurve ertheilt wurde, derart hindurch, dass die Selenzelle oder Thermosäule von der Licht- oder Wärmequelle nur nach Maassgabe des vor dem Spalt befindlichen Theiles der Kurve beeinflusst wird. Das in den Stromkreis eingeschaltete Telephon lässt alsdann Laute vernehmen, welche den Lauten entsprechen, deren Schwingungen in dem Rande des Bandes dargestellt sind.

Elektrizitätszähler. Von L. Volkert in Hamburg. Nr. 53383 vom 7. November 1889. Kl. 21.



Bei diesem Elektrizitätszähler wird die Messung des Stromverbrauchs in bestimmten Zeiträumen dadurch bewirkt, dass eine mit der Zeigeraxe *x* eines Amperemeters *C* sich drehende unrunde Scheibe *U* je nach der Stellung des Zeigers den Ausschlag eines belasteten Schalthebels *P* bestimmt, welcher durch ein mittels Nebenschlusselektromagneten *S* in kurzen Zeiträumen selbthätig aufgezogenes Uhrwerk ausgelöst und durch den Nebenschlusselektromagneten wieder angehoben wird, so dass er ein das Zählwerk *Z* bewegendes Schaltrad *K* entsprechend dem jeweiligen Stromverbrauch um einen oder mehrere Zähne weiterdreht.

Elektrisches Meldewerk zur Meldung übermässig raschen Fallens von Flüssigkeitsständen. Von E. Riega in Breslau. Nr. 52870 vom 21. Dezember 1889.

Wenn die Entleerung eines Flüssigkeitsbehälters mit einer bestimmten höchsten Geschwindigkeit vor sich geht, wird dies auf elektrischem Wege dadurch gemeldet, dass ein von der fallenden Flüssigkeit im Behälter angetriebener Zentrifugalapparat die zur Meldung mittels eines elektrischen Läutewerks nöthige Kontaktgebung bewirkt. Die Meldung hat den Zweck, die Möglichkeit zu gewähren, Rohrbrüchen und ähnlichen Gefahren rasch begegnen zu können.

Für die Werkstatt.

Die Verwendung des elektrischen Lichtbogens zum Schweissen und Löthen. *Elektrotechn. Zeitschr. 1890. S. 553.*

Die Mängel des bekannten Verfahrens von Benardos (vgl. *diese Zeitschr. 1888 S. 34*), bei welchem das Arbeitsstück die positive, ein Kohlenstab die negative Elektrode bildet, bestehen namentlich in der geringen Regulirbarkeit der Wärmewirkung des Stromes, in Folge deren das zu schweissende Material leicht verbrannt wird. Die Regulirbarkeit eines zwischen Kohlenstäben erzeugten Lichtbogens ist eine viel grössere. Die Eigenschaft eines solchen Lichtbogens, unter der Einwirkung eines kräftigen Magnetpols eine starke Ausbauchung zu erfahren, so dass er die Gestalt einer Stichflamme annimmt, hat neuerdings mehrfach bei der Konstruktion von elektrischen Schweissmaschinen Anwendung gefunden. Unsere Quelle giebt die Beschreibung einiger von Coffin herrührender Konstruktionen von Apparaten zu gleichem Zweck, der wir Folgendes entnehmen.

Die Kohlenstäbe befinden sich in zwei konvergirenden Haltern, zwischen denen der bezüglich seiner Stärke regulirbare Elektromagnet, durch dessen Einwirkung der Bogen nach unten getrieben wird, in der Höhe verstellbar ist. Die ganze Einrichtung kann ähnlich der Bohrspindel einer Handbohrmaschine mittels eines Handhebels auf- und abbewegt und so der Arbeitsstelle entsprechend genähert werden, während der zum Anlassen und Reguliren des Stromes eingerichtete Umschalter dem Arbeiter bequem zur Hand angeordnet ist. Die Einspannvorrichtungen, welche je nach der Form der zu bearbeitenden Stücke verschiedene sind und ein Aneinanderpressen der schweisswarmen Stellen vermitteln, sind auf dem Arbeitstisch angoordnet. — Für leichtere Blecharbeiten wird ein tragbarer Schweissapparat beschrieben; derselbe ruht auf Füssen, welche mit Rollen versehen sind; an einer Skale lässt sich die für jede Metallstärke passendste Stromstärke einstellen. — In einer dritten Einrichtung, für grössere Arbeiten bestimmt, wird die Erhitzung der in zwei Schlitten eingespannten Stücke durch zwei über und unter der Arbeitsstelle befindliche Lichtbogen bewirkt. Nach Erreichung der Schweisshitze werden die Kohlen zurückgezogen, durch den Strom Elektromagnete bethätigt, welche in den die Werkstücke tragenden Schlitten sich befinden und durch ihre gegenseitige Anziehung die Stücke gegeneinanderpressen. In diesem Zustande kann auch ein kleiner elektrisch bethätigter Hammer in Funktion gesetzt werden dadurch, dass ein mit dem Hammerwerk verbundener Ambos unter das Werkstück gezogen wird. — Eine vierte Anordnung beruht auf einem wesentlich anderen Prinzip, welches mit dem Schweissverfahren nach E. Thomson Aehnlichkeit hat. Die Schweissung erfolgt hier durch Glühen mittels hindurchgeleiteten Stromes und soll die Wärmewirkung durch Einschalten eines dünnen Mediums von hohem Widerstand zwischen einen Theil der zu schweissenden Flächen lokalisirt werden, während diese sich in einem kräftigen magnetischen Felde befinden. Dadurch soll der anfängliche Stromverbrauch ausserordentlich reduzirt werden. Der Konstrukteur soll nach unserer Quelle beabsichtigen, Schweissapparate mit Lichtbogen auch von sehr kleinen Dimensionen für den Gebrauch der Juweliere herzustellen.

Wie weit die beschriebenen konstruktiv sinnreichen Einrichtungen ihren Zwecken entsprechen, muss die Praxis ergeben, namentlich, ob die beim Verfahren nach Benardos durch Verbindung des Werkstücks mit dem positiven Pol erstrebte Oxydfreiheit der Arbeitsflächen hier, etwa durch die kohlensäurereiche Atmosphäre des Lichtbogens, hinreichend erhalten bleibt.

P.

Neue Metalllegirungen. *Bayr. Industrie- u. Gewerbeblatt* **22.** *S. 129. (1890.)*

In neuerer Zeit haben die Fortschritte der Metallurgie, angeregt durch die wachsenden Ansprüche der Technik, zu einer grösseren Zahl neuer Legirungen geführt, von denen einzelne auch mit Vortheil in der Feinmechanik Verwendung finden dürften. Besonders sind es Silicium und Aluminium, deren Legirungen hervorragende Eigenschaften aufweisen.

Silicium findet man am häufigsten mit Roheisen legirt. Jedes Roheisen enthält etwas Silicium und dieses ist namentlich für die Darstellung von schmiedbarem Eisen erforderlich. Bei dem verbreitetsten der dahingehörenden Prozesse, dem Bessemerverfahren, spielt das Silicium, das dazu mindestens in einer Menge von 2% vorhanden sein muss, eine wichtige Rolle, indem vornehmlich das Silicium durch seine Oxydation beim Einblasen der Luft in das geschmolzene Eisen diesem soviel Wärme zuführt, dass es während der Dauer des Prozesses dünnflüssig bleibt. Silicium-Eisenlegirungen mit einem Prozentsatze bis zu 13% Silicium werden ferner hergestellt als Zuschläge zu Roheisengattungen behufs Erzielung von blasenfreiem Guss.

Für unsere Leser ungleich werthvoller dürften die Legirungen des Siliciums sein, welche durch Zusammenschmelzen von Kieselfluorkalium, Natrium und Kupferdrehspähnen hergestellt werden. Die Silicium-Kupferlegirungen zeichnen sich durch Dichte und Homogenität vor Zinnbronzen aus, bei welchen bekanntlich mitunter lokales Aussondern zinnreicherer Legirungen auftritt. Mit steigendem Siliciumgehalt nimmt die Härte der Legirungen zu, ihre Dehnbarkeit aber ab. Eine Legirung von Kupfer mit 4,8% Silicium zeigte schöne hellbronze Färbung, etwa gleichen Schmelzpunkt mit Bronze, doch grössere Härte als diese. Eine Legirung, welche man durch Zusammenschmelzen von fein vertheiltem Kupfer mit Kieselerde und Kohle bei Weissgluth erhielt, ergab einen Gehalt von 0,85% Silicium, war härter und zäher als Kupfer, und liess sich gut hämmern, walzen und giessen. Die Rolle, welche der Siliciumgehalt hier spielt, ist eine ähnliche wie die des Kohlenstoffes beim Eisen, und Deville hat deshalb das Siliciumkupfer Kupferstahl genannt.

Weit wichtiger noch als die genannten Legirungen dürften die Aluminiumlegirungen namentlich mit zunehmender Vervollkommnung der Aluminiumindustrie werden. Dem reinen Aluminium wird wegen seiner Leichtigkeit namentlich da eine umfangreiche Anwendung vorbehalten sein, wo durch das Eigengewicht der Konstruktionen diesen selbst bestimmte Grenzen gesteckt werden, wie es beispielsweise bei astronomischen Instrumenten der Fall ist. Für kleinere geodätische Instrumente für Feldgebrauch, die eine nicht allzu zarte Behandlung zu erfahren pflegen, wird allerdings die Anwendung des reinen Aluminiums wegen seiner Weichheit trotz genügender Festigkeit, wie in *Handbook and illustrated catalogue of the engineers' and surveyors' instruments, made by Buff & Berger, Boston, Mass., 1891* (vgl. auch *diese Zeitschr. 1891, S. 61*) des Näheren ausgeführt ist, kaum allgemeinere Anwendung erfahren, zumal da die dadurch zu erzielenden Vortheile einer wesentlichen Gewichtsverminderung der Instrumente durch die sonstigen Vervollkommnungen der neueren Instrumententechnik in viel rationellerer Weise erreicht werden. Keinenfalls ist zur Zeit ein abschliessendes Urtheil über den Umfang der Verwendbarkeit ganz leichter Aluminiumlegirungen zu gewinnen, da wir ja gewissermaassen erst im Anfangsstadium der Aluminiumgewinnung im Grossen stehen und sogar hoffen dürfen, dass weitere Arbeiten auf diesem Gebiete der Metallurgie uns Materialien der verschiedensten Eigenschaften zugängig machen werden. Denn wie chemisch reines Eisen einer technischen Verwerthung kaum fähig ist, sondern erst durch Beimischung von anderen Stoffen, wenn auch mitunter in sehr geringen Mengen (Kohlenstoff, Silicium, Mangan, Wolffram) gewisse technisch werthvolle Eigenschaften erlangt, wie ferner Kupfer durch kleine Zusätze von Silicium nach Obigem technisch verwerthbarer wird, werden sich ohne Zweifel mit der Zeit Legirungen mit hohem Aluminiumgehalt ergeben, welche einer weiten technischen Verwendung fähig sind. Legirungen von Aluminium mit geringen Zusätzen von Kupfer scheinen wenig verwerthbar zu sein. Bei 10% Kupfer ist die Legirung sehr brüchig und wird bei 20 bis 30% brüchig und spröde wie Glas. Gegenwärtig ist die Technik noch meistens auf Aluminiumbronzen angewiesen; diese Legirungen von Kupfer mit 2 bis 12% Aluminium besitzen eine geringe Oxydirbarkeit und gute Politurfähigkeit. Mit dem Aluminiumgehalt ändert sich die Farbe, und die Festigkeit und Elastizität nimmt bedeutend zu. Aluminiumbronzen von 5 bis 10% sind die am meisten verwendeten. Die 8-prozentige hat eine dem Golde nahestehende Farbe und findet daher für Brillen und Pince-nez ausgedehnte Verwendung. 10-prozentige Aluminiumbronze ist in der Farbe dem gediegenen Golde am ähnlichsten, an Härte, Festigkeit, Dehnbarkeit und Elastizität dem Stahl gleich und sogar überlegen; sie ist strengflüssiger als Kupfer und lässt sich gut giessen, walzen, ziehen, sowie warm und kalt hämmern. Diese Legirung scheint eine besonders innige Verbindung der beiden Bestandtheile darzustellen; sie ist homogen und vermindert bei wiederholt aufeinander folgendem Schmelzen ihre vorzüglichen Eigenschaften nicht. — Die Legirung mit 11% Aluminium lässt sich giessen, walzen, schmieden, ist härter als die 10-prozentige Legirung und für Federn und stark belastete Lager schnellgehender Spindeln sehr geeignet; sie besitzt endlich eine höhere Zugfestigkeit als die 10-prozentige Legirung; letzteres ist in noch höherem Grade der Fall mit einer Legirung von $11\frac{1}{2}$%. — Die Aluminiumbronze von 12% ist ein sehr hartes, blassgelbes Metall, welches sich nur in der Rothgluth schmieden und walzen lässt; sie wird mitunter als Lagermetall verwendet, bildet jedoch die Grenze dieser Reihe technisch verwendbarer Legirungen. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **April 1891.** Viertes Heft.

Ueber das Härten von Stahlmagneten.

Von
Dr. **L. Holborn** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei der Messung des permanenten Magnetismus, welchen Stäbe aus verschiedenen Stahlsorten im gehärteten Zustande aufweisen, stellte es sich heraus, dass Stäbe von gleicher Form, welche von derselben Stahlstange abgeschnitten waren, nach ihrer Härtung sehr oft verschieden starken permanenten Magnetismus hatten. Eine Untersuchung derselben Stäbe im ungehärteten Zustande bewies, dass Ungleichmässigkeiten im Stahl nicht die Ursache dieser Erscheinungen sein konnten. Denn Stäbe von gleichen Dimensionen, welche aus derselben Stahlstange geschnitten waren, hatten nahe denselben Magnetismus und denselben elektrischen Widerstand. Die Härtung geschah auf gewöhnliche Weise; nachdem die Stäbe im Holzkohlenfeuer bis zur Rothgluth erhitzt waren, wurden sie in Wasser, das die Zimmertemperatur hatte, abgelöscht. Dass die Erhitzung eine verschiedene chemische Veränderung der Stäbe hervorrufen sollte, war auch ausgeschlossen, da diese nach dem Ausglühen wieder dieselben Eigenschaften zeigten, welche sie im ungehärteten Zustand besessen hatten und da sie nach erneutem Härten einen ganz anderen permanenten Magnetismus annehmen konnten. So hatte der zylinderförmige Stab Nr. 42 aus englischem Werkzeugstahl, der 10 *cm* lang und dessen Durchmesser 0,9 *cm* war, nach dem ersten Härten das magnetische Moment 836, wenn man ihn bis zur Sättigung magnetisirte; als er darauf ausgeglüht und wiederum gehärtet wurde, stieg sein magnetisches Moment beim erneuten Magnetisiren auf 1450, nach nochmaliger Härtung stellte es sich auf 1444. Der Stab Nr. 002 aus steirischem Wolframstahl hatte nach dem ersten Härten einen permanenten Magnetismus, dessen Moment gleich 1306 war, nach zwei darauf folgenden Härtungen 1728, bezw. 1308. In beiden Fällen war die Härte der Stäbe, bei welcher sie den geringeren Magnetismus aufwiesen, die grössere.

Hiernach war es sehr wahrscheinlich, dass der permanente Magnetismus eines gehärteten Stahlstabes von der Härtungstemperatur abhängt, d. h. von derjenigen Temperatur, welche der Stahl besitzt, wenn er mit dem Wasser in Berührung kommt. Diese ist bei der erwähnten Härtungsmethode schwer zu controliren. Man kann sie nur annähernd nach der Helligkeit der glühenden Stäbe bestimmen und ist auch selbst hierbei im Tageslicht noch leicht Täuschungen ausgesetzt. Bei den späteren Versuchen wurden deshalb die Stäbe in einem besonderen Ofen erhitzt, wo man die Temperatur messen konnte. Dies ergab das Resultat, dass der permanente Magnetismus bei vielen Stahlsorten in sehr hohem Grade von der Härtungstemperatur abhängt und dass er bei Stäben aus demselben Stahl, welche bei verschiedenen Temperaturen gehärtet worden sind, und ebenso

bei ein und demselben Stabe, welcher mehrere Male hintereinander bei verschiedener Temperatur gehärtet worden ist, grössere Unterschiede aufweisen kann, als überhaupt bei Stäben aus verschiedenem Stahl aufzutreten pflegen. Es wird daher eine Untersuchung, welche den besten Magnetstahl ausfindig machen will, dabei aber nicht die richtige Härtungstemperatur wählt, oft zu unrichtigen Resultaten führen.

Der Ofen, in welchem die Stahlstäbe erhitzt wurden, war so eingerichtet, dass sie nicht direkt mit dem Feuer in Berührung kamen. Sie lagen vielmehr in einem dickwandigen Eisenrohr, das man durch ein Kohlenfeuer oder Gasgebläse ins Glühen brachte. Anfangs war zu diesem Zweck ein Fletscher'scher Ofen eingerichtet, dessen Chamottewandung an einer Stelle durchbohrt war, um das Eisenrohr einführen zu können. Dieses lag horizontal und war ringsherum von dem Feuerungsmaterial, das aus Koks oder Holzkohle bestand, umgeben. Die Temperatur konnte durch die mehr oder minder starke Windzuführung regulirt werden. Um jeden Stab war ein dünner Eisendraht gewickelt, mittels dessen er schnell aus dem Ofen herausgezogen und ins Wasser gebracht werden konnte. Eine Abkühlung, wie sie durch Anfassen mit einer Zange leicht geschieht, war somit ausgeschlossen. Es wurden zwei bis vier Stäbe auf einmal erhitzt. Zum Zwecke der Temperaturmessung lag neben denselben ein Zylinder aus weichem Eisen, der von einer eisernen Hülse umgeben war. An dieser war ein dicker Eisendraht befestigt, welcher durch den Verschluss des Rohres hinausragte und hier ein hölzernes Heft trug. Waren die Stäbe und der Zylinder gleichmässig erhitzt, so wurde der letztere in seiner Hülse aus dem Ofen genommen und in das dicht dabei stehende Kalorimeter geworfen, während ein Gehilfe die Stäbe an den Drähten herauszog und ablöschte.

Weil der Zylinder hierbei immer noch eine geringe Abkühlung erlitt, ehe er in das Kalorimeter fiel, der Ofen auch etwas klein war und die Stäbe in Folge dessen nicht ganz gleichmässig erhitzt wurden, stellte ich später noch einige Versuche mittels eines zweiten Ofens an, der in der Reichsanstalt speziell für den Zweck des Stahlhärtens konstruirt war. Der zu härtende Körper hing hier in einem Eisenrohr, das vertikal stand und von einer doppelten Chamottewandung umgeben war. Die Erwärmung erfolgte durch ein Gasgebläse, das in sechs Flammen endigte. Dieselben ragten durch Oeffnungen in der äusseren Chamottewandung in das Innere des Ofens hinein und waren so angeordnet, dass das Eisenrohr in seiner ganzen Länge gleichmässig erwärmt wurde. Der zu erhitzende Stab hing an einem Draht in der Mitte des Rohres und konnte zum Zweck des Ablöschens hinuntergelassen werden. Sobald er unten den Ofen verliess, kam er in eine Brause, wo von allen Seiten Wasserstrahlen auf ihn eindrangen und eine schnelle Abkühlung bewirkten. Alsdann wurde an die Stelle der Brause das Kalorimetergefäss geschoben, was mit Hilfe einer Schieneneinrichtung schnell erreicht wurde; in das Gefäss fiel unmittelbar aus dem Ofen der Zylinder aus weichem Eisen, welcher an einem zweiten Draht neben dem Stahlkörper im Ofen hing und durch eine besondere Vorrichtung jederzeit ausgelöst werden konnte. Dieser Draht gab zugleich die Führung für den Kalorimeterkörper ab, an dem hinuntergleitend der Zylinder sicher in das Kalorimetergefäss fiel. Der Zylinder war zu diesem Zweck durchbohrt. In dem Ofen wurden höchstens zwei, gewöhnlich aber wurde nur ein Stahlstab erhitzt.

Als Kalorimeter diente ein solches Weinhold'scher Konstruktion, dessen Messinggefäss ungefähr 1050 *g* Wasser enthielt. Die Zylinder aus weichem Eisen wogen im Durchschnitt je 80 *g*; sie wurden Kugeln vorgezogen, weil diese ein weiteres

eisernes Rohr im Ofen erfordert hätten. Bei den höheren Temperaturen, welche vorkamen, verbrannten die Zylinder etwas an ihrer Oberfläche. Der Zunder wurde alsdann oft entfernt, und die Stücke wurden von Neuem gewogen. Für die spezifische Wärme des Schmiedeeisens wurden die Weinhold'schen Angaben zu Grunde gelegt.

Für die Untersuchung der verschiedenen Stahlarten wurden meist zylindrische Stäbe, doch in zwei Fällen auch vierkantige ausgewählt. Ihre Länge betrug, abgesehen von einem Fall, wo eine grössere Länge gerade vorhanden war, 10 *cm* oder war wenig davon verschieden. Bei den meisten Stäben wurde ausser dem permanenten Magnetismus auch der induzirte für ein passend gewähltes magnetisches Feld gemessen. Sie wurden zu diesem Zweck in dieselbe Spule gebracht, in welcher sie vorher bis zur Sättigung magnetisirt waren. Der Wicklungsraum derselben hatte eine Länge von 20 *cm* und enthielt 4884 Windungen. Die Feldstärke in ihrem Innern betrug bei der höchsten Stromstärke, die zur Anwendung kam, 910 C.-G.-S.-Einheiten. Wenn im Folgenden von dem permanenten Magnetismus eines Stabes die Rede ist, so verstehen wir darunter immer denjenigen, welchen derselbe aufweist, wenn er bis zur Sättigung magnetisirt ist. Bei fast allen Stäben geschah dies mittels der Magnetisirungsspule; nur einige, deren Durchmesser grösser als 1,2 *cm* war und die deshalb nicht in die Spule hineingingen, wurden mit Hilfe eines grossen Elektromagneten magnetisirt.

Die Bestimmung des Magnetismus geschah nach der Ablenkungsmethode. Bei der Messung des induzirten Magnetismus wurde der Ausschlag, welchen die Magnetisirungsspule für sich bewirkt, durch eine zweite Spirale, welche sich auf der anderen Seite des Magnetometers befand, kompensirt. Als Magnetometer diente ein Kohlrausch'sches, dessen Magnet mit Kupfer- und Luftdämpfung versehen war. Im Folgenden werden die magnetischen Momente der Stäbe in C.-G.-S.-Einheiten angegeben.

Um ein genaueres Urtheil über die Härte der Stahlstäbe zu haben, wurde bei allen der elektrische Widerstand bestimmt. Zu diesem Zweck wurde der Stab auf Stahlschneiden gelegt, welche 7,95 *cm* von einander entfernt waren, und mit einem Widerstand von 0,001 *Ohm* in einen Stromkreis eingeschaltet. Es wurde alsdann der Spannungsunterschied an den Schneiden mit dem an den Enden des Widerstandes mittels des Galvanometers verglichen und aus dem gefundenen Verhältniss und den Dimensionen des Stabes sein spezifischer Widerstand (cm/cm^2) berechnet.

Die Untersuchung erstreckte sich auf acht verschiedene Stahlsorten, worunter sich drei mit Wolframgehalt befanden. Sie wurden sämmtlich in der Reichsanstalt analysirt. Tafel 1 giebt den Gehalt an Kohlenstoff, Wolfram u. s. w. an, welcher auf 100 Gewichtstheile der untersuchten Stahlsorte kommt.

Tafel 1.

Chemische Zusammensetzung der Stahlarten.

	C	*Si*	*W*	*Mn*	*Ni+Co*	*Cu*
Wolframstahl von Gebr. Böhler & Co.	1,05	0,38	2,80	0,34	Spur	—
Wolframstahl von Sebohm & Dickstahl	1,14	0,40	2,16	0,24	—	—
Wolframstahl von Remy (Hagen)	0,54[1]	0,22	2,70	0,31	0,09	—
Werkzeugstahl von Söding & Halbach (Hagen).	0,81	0,29	—	0,28	0,15	Spur
Manganstahl von Söding & Halbach (Hagen). .	0,76	0,25	—	0,28	0,18	Spur
Werkzeugstahl von Jonas & Colver........	0,93	0,16	—	Spur	—	—
Werkzeugstahl von Marsh Brothers & Co. ...	1,45	0,23	—	0,05	Spur	—
Silberstahl........................	1,08	0,13	—	0,28	0,10	—

[1]) Wurde durch eine zweite Bestimmung kontrolirt. — Sämmtliche Stahlsorten wurden auf Chromgehalt geprüft, doch wurde solcher nirgends gefunden.

10*

Die Tafeln 2 bis 14 enthalten die Ergebnisse der Härtungsversuche. Hierbei bedeutet t die Härtungstemperatur, w den spezifischen elektrischen Widerstand, R den permanenten Magnetismus, J den induzirten Magnetismus bei der Feldstärke von 167 Einheiten und J_1 den induzirten Magnetismus bei der Feldstärke von 130 Einheiten. Dabei ist noch zu bemerken, dass der induzirte Magnetismus stets bei abnehmender magnetisirenden Kraft gemessen wurde, nachdem der Stab kurz vorher bei höherer magnetisirenden Kraft bis zur Sättigung magnetisirt war. Es wurde überhaupt immer die Vorsicht angewandt, durch allmäliges Einschalten von Widerstand in den Kreis des Magnetisirungsstromes diesen langsam abnehmen zu lassen, um nicht durch plötzliches Unterbrechen desselben den permanenten Magnetismus der kurzen Stäbe zu schwächen.

Steirischer Wolframstahl von Gebr. Böhler & Co.

Tafel 2.

Zylindrische Stäbe von 10 *cm* Länge und 0,9 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J
016	745°	31,3	1332	4980
001	775[1])	41,4	1789	4420
017	850	41,2	1734	4500
002	945	45,0	1308	3650
015	980	45,1	1180	3730
014	1050	43,1	1111	3920

Tafel 3.

Vierkantige Stäbe, 10 *cm* lang, 1,05 *cm* breit und 1,05 *cm* dick; in Ofen II erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R
023	740°	26,4	627
027	840	28,1	698
024	865	38,8	1950
025	915	46,1	2250
026	965	49,1	1928
020	1010	50,2	1819
018	1030	48,7	1842
019	1070	49,6	1597
022	1100	50,2	1442

Tafel 4.

Steirischer Wolframstahl von Gebr. Böhler & Co.

Vierkantige Stäbe, 15,4 *cm* lang, 1,9 *cm* breit und 0,6 *cm* dick; in Ofen II erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R
III.	weich	24,8	2280
I.	790°	27,1	2200
II.	800	28,1	3220
III.	880	40,0	5080
V.	925	46,4	5690
II.	940	44,9	5060
IV.	960	45,2	4670
VI.	990	48,7	4310

Englischer Wolframstahl von Sebohm & Dickstahl.

Tafel 5.

Zylindrische Stäbe von 10 *cm* Länge und 0,9 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J
1	ausgeglüht	23,6	459	5600
8	745°	24,2	657	5350
5	775	23,4	425	5320
7	795	36,3	1528	4780
9	850	40,3	1731	4790
3	945	45,6	1421	3660
6	980	46,1	1093	3730
4	990	45,1	1039	3640
2	1050	43,7	1081	3750

Tafel 6.

Zylindrische Stäbe von 9,5 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen II erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
512	540°	27,2	649	4060
511	840	32,2	1089	4290
513	910	42,1	1423	3900
518	925	42,0	1416	4000
511	930	47,6	1665	3810
512	950	47,2	1349	3700
512	1020	48,8	1250	3600
515	1040	48,0	1168	3420
514	1090	49,7	1023	3480

[1]) Zu niedrig beobachtet, weil der Kalorimeterkörper sich vor der Messung zu sehr abkühlte.

Westfälischer Wolframstahl von Remy (Hagen).

Tafel 7.

Zylindrische Stäbe von 10 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen 1 erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
667	ausgeglüht	24,5	529	4850
665	765°	31,7	1505	5480
664	920	31,1	1484	5450
663	1050	34,0	1292	5210
661	1100	34,9	1308	5240

Tafel 8.

Zylindrische Stäbe von 10 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen 11 erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
665	660°	22,5	593	4900
661	740	26,9	563	4820
664	825	23,3	730	4780
667	965	33,6	1461	5280
663	1100	36,9	1259	4950

Tafel 9.

Werkzeugstahl von Söding & Halbach.

Zylindrische Stäbe von 10,3 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
29	855°	31,7	1491	5160
23	910	32,3	1461	5080
27	970	31,4	1451	5090
24	1090	30,6	1417	5050
28	1100	32,1	1485	5050

Tafel 10.

Manganstahl von Söding & Halbach.

Zylindrische Stäbe von 10,3 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
40	855°	32,8	1489	5190
39	910	31,8	1452	5080
37	970	32,6	1439	5100
35	1050	31,5	1398	5180
36	1090	32,4	1366	5090
34	1100	32,4	1422	5100

Tafel 11.

Werkzeugstahl von Jonas & Colver.

Zylindrische Stäbe von 10,3 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
17	855°	35,7	1410	4580
14	910	36,5	1384	4430
13	970	36,3	1306	4370
16	1090	34,5	1243	4500

Tafel 12.

Werkzeugstahl von Marsh Brothers & Co.

Zylindrische Stäbe von 10,3 *cm* Länge und 1,0 *cm* Durchmesser; in Ofen 1 erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J_1
49	795°	35,4	1671	4840
45	855	39,9	1732	3600
50	910	44,1	1380	3480
44	970	45,9	1144	2900
48	1050	43,5	953	2830
43	1090	46,7	956	2790
47	1110	46,4	875	2500

Tafel 13.

Silberstahl (Ursprung unbekannt).

Zylindrische Stäbe von 10,0 *cm* Länge und 0,9 *cm* Durchmesser; in Ofen I erhitzt.

Nr. des Stabes	t	w	R	J
07	850°	35,6	1275	4300
06	945	39,8	1068	3580
08	980	38,7	1052	3760

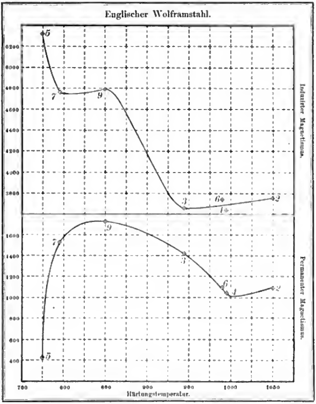
Tafel 14.

Silberstahl (Ursprung unbekannt).

Zylindrische Stäbe von 10,0 *cm* Länge und 0,96 *cm* Durchmesser; in Ofen 1 erhitzt.

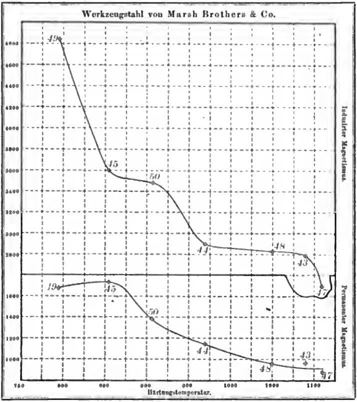
Nr. d. Stabes	t	w	R	J_1
526	ausgeglüht	19,6	298	4480
528	ausgeglüht	19,6	309	4500
525	665°	30,2	967	4370
527	unter 900	38,3	1493	4520
520	930	49,0	1222	3430
521	1110	47,1	1006	3600

Der steirische Wolframstahl von Gebrüder Böhler & Co. wurde in drei verschiedenen Stabformen untersucht. Die chemische Untersuchung bezieht sich nur auf die in Tafel 2 und 3 genannten Stäbe, welche alle aus demselben Material hergestellt waren. Die Stäbe in Tafel 4 wurden von Herrn C. Bamberg-Friedenau zur Verfügung gestellt; es konnte bei ihnen nicht mehr konstatirt werden, ob sie alle von demselben Stahlstück herstammten. Alle drei Stabarten zeigen jedoch übereinstimmend, dass sowohl ihr permanenter wie auch ihr induzirter Magnetismus von der Härtungstemperatur abhängt. Ich bin bei den Versuchen absichtlich zu höheren Temperaturen gegangen, als man sie sonst wohl im gewöhnlichen Holzkohlenfeuer erreicht, und es war für die heissesten Stäbe die Dampfentwicklung beim Ablöschen wohl etwas gross, so dass sie sich nicht schnell genug abkühlten. Doch ist auch ersichtlich, dass selbst kleinere Unterschiede bei niedrigeren Temperaturen auf den Magnetismus bedeutend einwirken. Unter einer gewissen Temperatur abgelöscht, wird der Stahl gar nicht hart, alsdann steigt die Härte und damit der permanente Magnetismus sehr schnell mit der Temperatur, er erreicht aber bald ein Maximum und nimmt alsdann mit steigender Härtungstemperatur ab. Sehr bezeichnend ist es,



dass gleichzeitig auch der induzirte Magnetismus abnimmt. Es spricht beides dafür, dass der Stahl seine molekulare Struktur ändert und in einen schlechter zu magnetisirenden Zustand übergeht. Der elektrische Widerstand nimmt noch mit steigender Härtungstemperatur zu, verhält sich zuletzt etwas unregelmässig, scheint sich aber im Allgemeinen einer festen Grenze zu nähern, über die er nicht hinausgeht. Es ist bei jedem Versuch bemerkt, in welchem Ofen die Stäbe erhitzt wurden. Als Ofen I ist der oben zuerst beschriebene bezeichnet, bei welchem die absoluten Werthe der Temperaturen wohl zu niedrig bestimmt sein dürften; wenigstens ergaben sich später bei Ofen II die Temperaturen durch-

schnittlich um 50° höher, wie der Vergleich der Tafeln lehrt, welche für die gleiche Stahlart in verschiedenen Oefen gelten. Obwohl das Kalorimeter an den Ofen II auf kurze Zeit nahe herangebracht wurde, so war doch eine Erwärmung seines Wasserinhalts durch Strahlung ausgeschlossen, wovon ich mich mehrfach überzeugt habe. Da bei Ofen II das ganze Härteverfahren, wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, sicherer war und fast alle Fehlerquellen ausschloss, so dürften die danach bestimmten absoluten Temperaturen auch als die richtigeren



vorzuziehen sein. Weil es vorläufig aber besonders auf den relativen Gang der Erscheinung ankommt, welcher in beiden Fällen derselbe ist, so sind auch die im Ofen I bestimmten Temperaturen in den Zahlen- und Kurventafeln beibehalten.

Die Stäbe aus englischem Wolframstahl von Sebohm & Dickstahl, deren Verhalten aus den Tafeln 5 und 6 und der graphischen Darstellung zu ersehen ist, unterscheiden sich fast gar nicht von den Böhler'schen Stäben, wohl aber diejenigen aus westfälischem Wolframstahl von Remy (Hagen), bei denen der Unterschied in dem Magnetismus der bei verschiedenen Temperaturen gehärteten Stäbe kleiner ist. Dies ist offenbar in der chemischen Zusammensetzung begründet. Denn während der steirische und englische Wolframstahl sich in ihrem Kohlenstoffgehalt wenig unterscheiden, enthält der westfälische Wolframstahl nur halb soviel Kohlenstoff.

Hiermit stimmt auch das Verhalten der Werkzeugstablsorten überein. Die Stäbe aus gewöhnlichem Werkzeugstahl und aus Manganstahl[1]), welche von Söding & Halbach bezogen sind, zeigen nur eine ganz geringe Abnahme des permanenten Magnetismus mit dem Wachsen der Härtungstemperatur (Tafel 9 und 10), bei dem Werkzeugstahl von Jonas & Colver (Tafel 11) sind die Unterschiede schon grösser, wachsen noch mehr bei Silberstahl (Tafel 13 und 14) und erreichen den grössten Werth bei dem Werkzeugstahl von Marsh Brothers & Co. (Tafel 12 und graphische Darstellung a. S. 143), was vollständig mit der Zunahme des Kohlenstoffgehalts bei den einzelnen Stahlarten übereinstimmt Ein Vergleich des Werkzeugstahls mit dem Wolframstahl zeigt wiederum, dass die Bedeutung, welche der Kohlenstoffgehalt für die magnetischen Eigenschaften des Stahls besitzt, nur zum Theil von dem Wolfram ersetzt werden kann. Denn der Remy'sche Wolframstahl zeigt die Abhängigkeit des Magnetismus von der Härtungstemperatur zwar in höherem Grade als die kohlenstoffreicheren Stäbe aus dem Söding & Halbach'schen Stahl, aber in viel geringerem Maasse als der Stahl von Marsh Brothers & Co., welcher von allen untersuchten Arten den grössten Kohlenstoffgehalt besitzt.

Die bei hoher Temperatur gehärteten Stäbe haben durchweg einen grösseren elektrischen Widerstand; sie sind auch, mechanisch untersucht, härter als die bei niedrigerer Temperatur gehärteten. Es lag deshalb die Vermuthung nahe, dass man durch Anlassen die härteren Stäbe in den weicheren Zustand überführen und dass man auf diese Weise die bei hohen Temperaturen gehärteten Stäbe weicher und magnetischer machen kann. Um die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, wurden von den Stäben des englischen und steirischen Wolframstahls, sowie des Werkzeugstahls von Marsh Brothers & Co. einige ausgewählt und stufenweise angelassen. Die eine Hälfte derselben war bei hoher Temperatur gehärtet, die andere bei niedriger. Alle Stäbe wurden stets zusammen in einem Luftbade erwärmt und nacheinander auf immer höhere Temperaturen gebracht. Nachher wurden sie jedesmal vor der magnetischen Untersuchung von Neuem bis zur Sättigung magnetisirt. Die Tafeln 15 bis 17 geben die Resultate dieser Untersuchungen. Aus ihnen geht hervor, dass es nicht möglich ist, die bei höheren Temperaturen gehärteten Stäbe durch Anlassen in den mehr magnetischen Zustand überzuführen. Diese Stäbe verlieren ebenso wie die bei niedrigeren Temperaturen gehärteten um so mehr an permanentem Magnetismus, auf

Tafel 15.

Angelassene Stäbe aus steirischem Wolframstahl.

	Nr. 015, gehärtet bei 980°			Nr. 017, gehärtet bei 850°		
	w	R	J	w	R	J
Hart	45,0	1181	3730	41,1	1736	4500
1 Std. auf 115° gehalten	41,2	1114	3780	36,1	—	4380
Auf 210° erhitzt	36,0	1023	3880	34,2	1523	4540
„ 250° „	33,1	981	4200	30,9	1245	5030
„ 300° „	30,1	924	5010	26,2	669	5760
„ 350° „	26,8	700	5410	24,8	662	5800
Dunkle Rothgluth	24,5	534	5550	23,5	403	5640

[1]) Dieser Stahl sollte angeblich einen erheblichen Zusatz an Mangan enthalten, aber in seinen Eigenschaften und seiner chemischen Zusammensetzung erwies er sich fast vollkommen mit dem gewöhnlichen Werkzeugstahl von Söding & Halbach identisch.

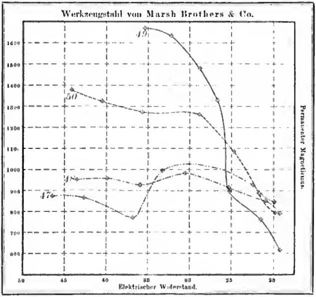
Tafel 16.
Angelassene Stäbe aus englischem Wolframstahl.

	Nr. 4, gehärtet bei 990°			Nr. 3, gehärtet bei 945°			Nr. 7, gehärtet bei 795°		
	w	R	J	w	R	J	w	R	J
Hart	45,0	1037	3610	45,5	1421	3680	36,3	1528	4790
1 Std. auf 115° gehalten	41,1	993	3640	41,2	1350	3620	34,5	1500	4810
Auf 210° erhitzt	37,6	950	3690	34,9	1260	3670	31,2	1391	4900
„ 250° „	32,8	925	4230	32,9	1129	4130	28,6	1111	5260
„ 300° „	30,9	933	4660	29,7	968	5110	26,0	700	5780
„ 350° „	27,1	688	5390	25,1	731	5510	24,3	616	5760
Dunkle Rothgluth . . .	24,2	537	5110	22,8	553	5640	23,5	420	5650

Tafel 17.
Angelassene Stäbe aus Werkzeugstahl von Marsh Brothers & Co.

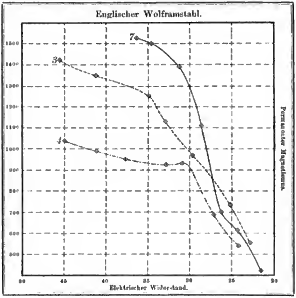
	Nr. 47, gehärtet bei 1100°			Nr. 48, gehärtet bei 1050°			Nr. 50, gehärtet bei 910°			Nr. 49, gehärtet bei 795°		
	w	R	J_1	w	R	J_1	w	R	J_1	w	R	J_1
Hart	46,4	875	2500	43,5	953	2830	44,1	1380	3480	35,4	1671	4840
1 Std. auf 115° gehalten	42,6	872	2360	39,9	958	2740	40,2	1326	3420	32,2	1631	4850
Auf 210° erhitzt	36,7	770	2510	35,9	927	2780	35,7	1273	3450	28,8	1480	4900
„ 250° „	33,2	998	3060	30,5	983	3490	28,8	1263	4300	26,6	1328	5000
„ 300° „	22,4	927	4950	25,2	913	4870	24,7	1088	5150	25,2	897	5260
„ 350° „	21,5	882	5070	20,9	849	5190	21,7	889	5340	21,5	761	5420
Dunkle Rothgluth . . .	19,9	846	5520	19,2	794	5440	19,8	797	5440	19,2	616	5360

je höhere Temperatur sie beim Anlassen erwärmt werden. Das Verhalten der Stäbe lässt sich am besten aus den beigefügten Kurven ersehen, welche den permanenten Magnetismus als Funktion des elektrischen Widerstandes darstellen: für gleiche Werthe des elektrischen Widerstandes haben die verschiedenartig gehärteten Stäbe ganz verschiedenen Magnetismus; erst bei den kleinsten Werthen des elektrischen Widerstandes, wo die Stäbe also in Folge des Anlassens schon fast ganz in den weichen Zustand übergegangen sind, nähern sich die Kurven einander. Aber bei allen Stahlarten lässt sich, selbst



nachdem die Stäbe schon der dunklen Rothgluth ausgesetzt waren, noch ein Unterschied erkennen. Erst durch Ausglühen in heller Rothgluth verschwindet

derselbe. Durch erneutes Härten kann man alsdann den Stäben wieder eine in gewissen Grenzen beliebige Aufnahmefähigkeit für den Magnetismus mittheilen, je nachdem man die Härtungstemperatur wählt. Zu bemerken ist noch das besondere Verhalten von Stab Nr. 47 und Stab Nr. 48, welche, bei besonders hoher Temperatur gehärtet, beim Anlassen auf 250° eine Zunahme des permanenten Magnetismus zeigen. Letzterer erreicht freilich lange nicht die Grösse wie bei denjenigen Stäben, welche bei tieferer Temperatur gehärtet sind.



Für die Anfertigung von brauchbaren permanenten Magneten ist es in den meisten Fällen nicht allein von Wichtigkeit, dass sie einen verhältnissmässig hohen Magnetismus besitzen, sondern dass dieser auch gegenüber mechanischen Erschütterungen und Temperatureinflüssen sich möglichst konstant hält. Es war deshalb noch zu prüfen, welche Magnete am besten ihren Magnetismus bewahren, wenn sie störenden Einflüssen ausgesetzt werden. Es wurden zu diesem Zweck von drei Stahlarten je zwei Stäbe ausgewählt, von denen jedesmal der eine, bei hoher Temperatur gehärtet, verhältnissmässig geringen Magnetismus zeigte und hierin den anderen, welcher bei niedriger Temperatur gehärtet war, übertraf. Jeder Stab wurde zuerst häufigem Temperaturwechsel ausgesetzt und dabei so lange in einer Umgebung von bestimmter Temperatur gelassen, bis er diese sicher angenommen hatte. Der permanente Magnetismus wurde alsdann immer gemessen, wenn die Stäbe wieder auf die Zimmertemperatur gebracht waren. Hierauf erlitten alle Stäbe die gleichen mechanischen Erschütterungen, indem sie in einer Glasröhre aus einer Höhe von 1 *m* auf Holz- oder Metallunterlage herabfielen. Tafel 18 giebt eine Uebersicht über die Resultate, welche auf diese Weise bei zwei Stäben aus steirischem Wolframstahl erzielt wurden. Es ist dabei zu bemerken, dass die Stäbe Nr. 2 und Nr. 9 aus englischem Wolframstahl sowie die Stäbe Nr. 43 und Nr. 45 aus Werkzeugstahl von M a r s h B r o t h e r s & Co. auf gleiche Weise behandelt wurden und dass sie ganz dieselben Resultate ergaben. Diese lassen sich dahin zusammenfassen, dass die härteren Magnetstäbe in Bezug auf die Konstanz ihres Magnetismus den weicheren, welche bei niedriger Temperatur gehärtet wurden, keinesfalls überlegen sind; sie verlieren gegenüber störenden Einflüssen absolut genommen ungefähr ebenso viel Magnetismus wie die weicheren, also ist das Verhältniss des verlorenen Magnetismus zu dem gesammten anfänglich vor-

handenen bei den härteren Stäben ungünstiger als bei denjenigen, welche so gehärtet sind, dass sie das Maximum des permanenten Magnetismus annehmen können.

Tafel 18.

Magnete aus steirischem Wolframstahl, Temperaturänderungen und mechanischen Erschütterungen ausgesetzt.

	Nr. 001			Nr. 014		
	R	Abnahme absolut	Abnahme in %	R	Abnahme absolut	Abnahme in %
Von Neuem magnetisirt	1761	—	—	1101	—	—
Nach ruhigem Liegen am 9. Tage	1722	39	2,3	1052	49	4,4
„ „ „ „ 34. „	1693	29	1,7	1049	3	0,3
„ „ „ „ 43. „	1691	2	0,1	1045	4	0,4
Einmal abwechselnd auf 50° und 0° gebracht	1681	10	0,6	1033	12	1,1
Dreimal „ „ 50° „ 0° „	1676	5	0,3	1032	1	0,1
Fünfmal „ „ 50° „ 0° „	1671	5	0,3	1024	8	7,8
Einmal „ „ 100° „ 0° „	1575	96	5,7	925	99	9,6
„ „ „ 100° „ 0° „	1547	28	1,8	877	48	5,2
Fällt dreimal von 1 *m* Höhe auf Holz	1545	2	0,1	877	0	0,0
„ zehnmal „ 1 *m* „ „ „	1545	0	0,0	877	0	0,0
Insgesammt	—	216	12,2	—	224	20,3
Von Neuem magnetisirt	1749	—	—	1073	—	—
Fällt dreimal von 1 *m* Höhe auf Holz	1741	8	0,5	1068	5	0,5
„ zehnmal „ 1 *m* „ „ „	1740	1	0,1	1065	3	0,3
„ „ „ 1 *m* „ „ Messing	1685	55	3,2	999	66	6,2
Einmal abwechselnd auf 100° und 0° gebracht	1593	92	5,5	942	57	5,7
Fällt dreimal von 1 *m* Höhe auf Messing	1588	5	0,3	935	7	7,4
„ zehnmal „ 1 *m* „ „ „	1586	2	0,1	934	1	0,1
Insgesammt	—	163	9,3	—	139	12,9

Tafel 19.

Magnete aus steirischem Wolframstahl, nach der Methode von Strouhal und Barus behandelt.

	Nr. 001		Nr. 014	
	w	*R*	*w*	*R*
Anfangs	40,1	1728	42,5	1065
Nach fünfstündigen Kochen	36,9	1394	38,5	703
Neu magnetisirt	—	1652	—	1023
5 Min. lang auf 100° gebracht	—	1542	—	942
5 Min „ „ 100° „	—	1520	—	940
5 Min. „ „ 100° „	—	1520	—	910
Nach weiterem fünfstündigen Kochen	36,4	1494	38,2	893
Neu magnetisirt	—	1639	—	1018
Nach zwölfstündigem Kochen neu magnetisirt	35,8	1616	37,6	1018
15 Min. lang auf 100° gehalten	—	1478	—	925
Fällt sechsmal von 1 *m* Höhe auf Kupfer herab	—	1446	—	877
„ „ von 1 *m* Höhe „ „ „	—	1441	—	868

Zuletzt wurden dieselben sechs Stäbe noch nach der Methode von Strouhal und Barus behandelt. Wir theilen auch hier nur die Resultate für den steirischen Wolframstahl mit, da sie für die andern vier Stäbe ganz die nämlichen sind.

Tafel 19 zeigt, dass man sowohl bei Stab Nr. 001 wie bei Stab Nr. 014 nach längerem Kochen in Wasserdampf von 100° zu einer Grenze gelangt, über die hinaus die Stäbe nicht weiter angelassen werden, wie aus den Werthen des elektrischen Widerstandes hervorgeht. Beide Stäbe verlieren in Folge des Kochens einen grossen Theil ihres Magnetismus, gewinnen denselben aber meist nach erneutem Magnetisiren wieder und geben alsdann bei fernerem Kochen nur noch wenig Magnetismus ab. In dieser Beziehung verhalten sich beide Stäbe gleich.

Fassen wir alle Ergebnisse der Untersuchungen kurz zusammen, so bestehen diese in Folgendem: Der permanente und induzirte Magnetismus eines gehärteten Stahlstabes hängt von dessen Härtungstemperatur ab. Der Unterschied in den Magnetismen von Stäben, die bei verschieden hoher Temperatur gehärtet sind, nimmt unter sonst gleichen Umständen mit dem Kohlenstoffgehalt der betreffenden Stahlart zu. Die Magnete, welche bei einer solchen Temperatur gehärtet sind, dass sie das Maximum an permanentem Magnetismus annehmen, sind den bei höherer Temperatur gehärteten Magneten keineswegs unterlegen, was die Permanenz ihres Magnetismus gegenüber Erschütterungen und Temperaturänderungen anbetrifft. Da schon geringe Unterschiede in der Härtungstemperatur einen grossen Einfluss auf den permanenten Magnetismus ausüben, so ist bei der Anfertigung von kräftigen permanenten Magneten besonders die Härtungstemperatur richtig zu wählen. Der beste Magnetstahl liefert nur mässig starke Magnete, wenn er nicht bei der richtigen Temperatur gehärtet ist.

Tafel 20.

Vergleich des permanenten Magnetismus bei verschiedenen Stahlarten.
Zylindrische Stäbe von 10 *cm* Länge und 0,9 *cm* Durchmesser.

	Nr.	R
Steirischer Wolframstahl von Gebr. Böhler & Co.	001	1790
Englischer Wolframstahl von Sebohm & Dickstahl	9	1730
Westfälischer Wolframstahl von Remy (Hagen)	94	1450
Werkzeugstahl von Marsh Brothers & Co.	42	1450
Manganstahl von Söding & Halbach (Hagen)	32	1320
Werkzeugstahl von Söding & Halbach (Hagen)	22	1300
Silberstahl	07	1280
Werkzeugstahl von Jonas & Colver	12	1180

Tafel 20 giebt zum Schluss eine Uebersicht über die Magnetisirungsfähigkeit der verschiedenen untersuchten Stahlarten. Dabei ist hervorzuheben, dass hier gehärtete Stäbe von gleicher Form in dem Zustande der höchsten Magnetisirbarkeit in Bezug auf ihren permanenten Magnetismus verglichen wurden. Auf diese Weise dürfte der Fehler, welchen eine falsche Behandlung beim Härten auf den Vergleich ausüben kann, vermieden sein.

Bamberg's tragbares Durchgangsinstrument.

Von
Dr. H. Homann in Friedenau bei Berlin.

Nachdem durch die Untersuchungen des Herrn Dr. Küstner festgestellt worden, dass die Lage unserer Erdaxe kürzeren periodischen Schwankungen unterworfen ist, und die Beobachtungen anderer Sternwarten, insbesondere die seitens der *Internationalen Erdmessung* veranlassten vergleichenden Polhöhenmessungen dies Ergebniss bestätigt haben, hat die fortgesetzte Bestimmung der Polhöhen ein erhöhtes Interesse gewonnen. Es erscheint daher zeitgemäss, ein Instrument näher zu beschreiben, welches bei diesen Untersuchungen in erster Linie mit in Frage kommt, umsomehr, als dasselbe seit seiner letzten Beschreibung in dem *„Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879“* mannigfache Abänderungen und Verbesserungen erfahren hat, welche zum Theil dem Bedürfnisse des Beobachters, zum Theil dem verständnissvollen Blicke des Mechanikers, in den meisten Fällen jedoch beiden zugleich ihren Ursprung verdanken, indem der durch langjährige Beobachtungsthätigkeit geschulte Mann der Wissenschaft dem ausübenden Künstler seine Bedürfnisse und seine Gedanken über ihre Befriedigung mittheilt und der letztere dann diese Gedanken in die Praxis zu übersetzen und ihnen dabei die zweckmässigste Gestalt zu geben im Stande ist. Durch ein solches Zusammenarbeiten wird am sichersten der Erfolg verbürgt und eine gedeihliche Entwicklung in der Konstruktion wissenschaftlicher Instrumente herbeigeführt, wie sie anders kaum möglich wäre. So lässt schon ein einziger Blick auf die in Fig. 1 dargestellte jetzige Gestalt des Bamberg'schen tragbaren Durchgangsinstrumentes erkennen, dass dasselbe in den letzten 10 Jahren ganz gewaltige Veränderungen erfahren hat.

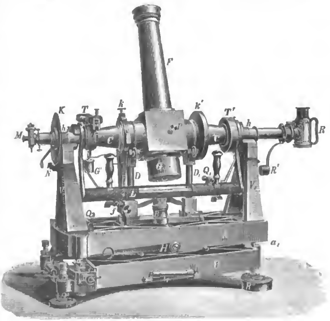


Fig. 1

Das Instrument steht auf einem gusseisernen Untersatz *U*, welcher auf drei spitzen Fussschrauben ruht. Dieser Untersatz kann mit Hilfe der beiden rechtwinklig zu einander angeordneten Libellen t_1 und t_2 horizontal gestellt werden.

Auf der oberen Fläche befinden sich die Lager für die Füsse des Instrumentes, und zwar für a_1 eine konische Vertiefung, für a_2 ein nach a_1 gerichteter Schlitz und für die dritte Fussschraube eine ebene Fläche. Das Lager für a_2 ist auf einem Schlitten angebracht, welcher durch die Schraube *s* bewegt werden kann. Die Grösse der Bewegung ist an einer Skale ablesbar und es kann eine horizontale Drehung des Instrumentes um den Fusspunkt a_1 bis zu 6° bewirkt werden; hierdurch ist eine bequeme Korrektion des Azimuthes ermöglicht. Nachdem diese erfolgt, wird der Schlitten festgeklemmt und damit die Aufstellung gegen azimuthale Veränderungen gesichert. Mit Hilfe dieser Einrichtung lassen sich auch Azimuthänderungen von ± 3° rasch und ohne wesentliche Aenderung der Neigung der Fernrohraxe herbeiführen, wenn nicht in einem ein für alle Male festliegenden Vertikal, sondern, wie bei der Doellen'schen Methode, in dem Vertikalkreise des jedesmaligen Polarsternortes beobachtet werden soll.

Die Fussplatte des Instrumentes bildet ein 60 *mm* starker, durch Kreuzrippen verstärkter Eisenrahmen *A*. Mit ihm fest verbunden sind die beiden Lagerträger *V* und V_1, an deren oberen Enden sich die beiden Lager für die Axe befinden. Dieselben sind aus Rothguss und ragen nach innen über die Träger hervor. Sie sind winkelförmig und ihre Flächen gewölbt, so dass die Axe auf jeder Seite nur an zwei Punkten anliegt, welche etwa 13 *mm* vom inneren Rande der Träger nach innen zu vorspringen.

Die Axe wird von zwei Kegeln aus Rothguss gebildet, welche sich beiderseits an einen Würfel ansetzen und ist an den Auflagerungsflächen mit je einem glasharten, zylindrischen Stahlmantel versehen. Um den Druck auf die Lager möglichst aufzuheben, ist eine Balanzirungseinrichtung vorgesehen, welche den grössten Theil des Gewichtes aufnimmt, so dass die Axe nur mit einem Gewichte von 4 *kg* auf die Lager drückt. Diese Balanzirung, welche eine wesentliche Verbesserung gegen die frühere aufweist, ist in Fig. 2 besonders dargestellt. Die frühere Einrichtung bestand darin, dass zwei mit je zwei Friktionsrollen versehene Scheeren von unten her durch je eine Feder symmetrisch gegen die Axe gedrückt wurden, und so einen Theil des Axendruckes aufnahmen. Nun hatten Beobachtungen des Königl. Geodätischen Instituts gezeigt, dass eine ungleichmässige Spannung der beiden Federn, welche auf dem Transport leicht eintritt, eine Aenderung des Kollimationsfehlers herbeiführen kann. Herr Prof. Albrecht hat so durch ungleiches Anspannen der beiden Federn, durch welches eine einseitig stärkere Belastung der Axenlager eintrat, Aenderungen des Kollimationsfehlers von 0,34″ herbeigeführt[1]). Um für die Folgezeit dem Fehler, der aus einer solchen Ungleichmässigkeit der beiden Federn hervorgeht, unschädlich

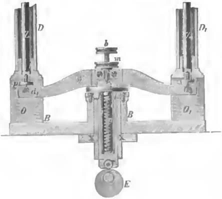


Fig. 2.

[1]) Vergl. *Veröffentlichung des Königlichen Geodätischen Institutes. Astronomisch-geodätische Arbeiten erster Ordnung in den Jahren 1886 u. 1887. S. 83. — Diese Zeitschrift 1889. S. 299.*

zu machen, ist der Brücke, auf welcher die Friktionsrollenträger stehen, die Form eines gleicharmigen Waagebalkens gegeben worden. Dadurch wird eine Druckausgleichung herbeigeführt, so dass auch bei ungleicher Spannung der beiden Federn die Axe beiderseitig mit gleichem Drucke auf ihren Lagern aufliegt. Herr Bamberg hat dann die beiden Federn durch eine einzige, auf die Mittelschneide des Waagebalkens wirkende ersetzt und damit der ganzen Einrichtung die in Fig. 2 dargestellte Gestalt gegeben.

Die Friktionsrollen, welche in ausgerundete Nuthen der Axe eingreifen und, wie bei der früheren Einrichtung den Druck derselben aufnehmen, befinden sich an den oberen Enden der Stangen Z, Z_1. Letztere liegen mit zwei Stahlplatten p und p_1 auf den Seitenschneiden d_1 und d_2 eines gleichseitigen Waagebalkens W auf, dessen Mittelschneide d aus zwei beiderseitig an den Waagebalken angeschraubten Stücken besteht. Die winkelförmigen Lager für die Mittelschneiden ruhen auf einer Platte Y, an welche unten eine Hülse angesetzt ist. In dieser befindet sich die Feder g, welche gegen den Boden des Federhauses I, I anliegt und von oben her mittels der durch den Waagebalken hindurchgehenden Schraube b, welche durch die Gegenmutter m festgestellt wird, angespannt werden kann.

Durch diese Einrichtung ist, wie Herr Prof. Albrecht a. a. O. S. 207 ausführt, ein gleicher Druck der Friktionsrollen auf beiden Seiten von vorn herein gewährleistet, so dass nicht mehr durch einen ungleichen Druck die Biegung der Axe Veränderungen erleiden kann. Es erscheint nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dass eine ähnliche Entlastungseinrichtung für grössere Meridianinstrumente sich sehr empfehlen würde, wo dann an Stelle der Feder freilich Gegengewichte angewandt werden müssten. Bei der bisher gebräuchlichen Einrichtung, diese Instrumente zu balanziren, tragen die Pfeiler bei eingelegtem Instrumente das ganze Gewicht des letzteren und ausserdem das der Balanzirungsgewichte, bei ausgehobenem Instrumente lastet nur das letztere auf ihnen. Die Pfeiler sind mithin einer Druckänderung von dem Betrage des vollen Gewichtes des Instrumentes ausgesetzt. Dazu kommt noch, dass der Druck, den die Balanzirungsgewichte allein ausüben, eine starke seitliche Komponente hat, welche auf die Stellung der Pfeiler nicht ohne Einfluss sein dürfte. Wird dagegen die Anordnung der Balanzirungseinrichtung in ähnlicher Weise wie bei den Bamberg'schen Durchgangsinstrumenten getroffen, so werden die Pfeiler nur mit dem Uebergewicht, mit dem das Instrument auf seinen Lagern ruht, belastet und die Druckänderung, welche sie erfahren, ist auch nur von diesem Betrage.

Die Balanzirungsvorrichtung steht zugleich mit dem Umlegemechanismus in Verbindung. Das Federhaus ist zu diesem Behufe in der Buchse XX verschiebbar und trägt eine kleine Rolle r, unter welcher ein Exzenter E vorgesehen ist. Letzterer wird durch den Hebel H (Fig. 1) gedreht und damit das Federhaus und gleichzeitig die mit ihm verbundene Brücke B, welche an der Aussenwand der Buchse XX geführt wird, gehoben oder gesenkt. Auf der Brücke B stehen auf den Untersätzen O und O_1 (Fig. 2) die Säulen D und D_1, durch welche die Tragstangen Z oben und unten geführt werden, sonst aber frei hindurchgehen. Die Säulen reichen bei der tiefsten Stellung des Exzenters bis nahe unter die Axe des Fernrohres und tragen an ihrem oberen Ende je einen der Rundung der Axe entsprechend ausgearbeiteten Kopf. Wird nun die Brücke mittels des Exzenters gehoben, so drückt das bisher auf den Lagerträgern noch lastende, nicht von der Feder getragene Uebergewicht, letztere so weit zusammen, dass die Axe nunmehr auf den Säulen aufliegt und von ihren Lagern vollständig frei wird.

In dieser Stellung ruht der Umlegemechanismus und das Fernrohr mit der Rolle *r* auf dem Exzenter, und da diese Rolle abgerundet ist, so lässt sich das Instrument leicht drehen, wofür die Buchse *X X* (Fig. 2) als Führung dient. Die Drehung wird begrenzt durch zwei zu beiden Seiten der Brücke auf dem Eisenrahmen *A* angeordnete Ausschläge, gegen welche sich eine an der Brücke befindliche Nase wechselseitig anlegt, so dass nach erfolgter Umlegung die Axenzylinder wieder genau über ihre Lager zu stehen kommen.

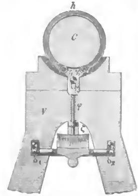


Fig. 3a.

Die Axe trägt ferner am Okularende den in Drittelgrade getheilten Aufsuchekreis *K* (Fig. 1) der an einem Nonius *N* mit einer Lupe auf einzelne Minuten abgelesen werden kann. Die Nonien, von denen sich einer an jedem Lagerträger befindet, sind so eingerichtet, dass sie sich beim Einlegen der Axe in ihre Lager selbthätig an den Kreis anlegen und beim Ausheben des Instrumentes auch selbthätig zurückgelegt werden. Da diese Einrichtung, durch welche der so häufig eintretenden Beschädigung der Nonienkanten vorgebeugt wird, bisher noch nicht ausführlich beschrieben ist und trotzdem wohl ein grösseres Interesse in Anspruch nimmt, so mögen ihr hier einige Zeilen gewidmet sein.

Jeder Nonius ist um zwei, durch Schrauben $\delta_1 \delta_2$ (Fig. 3a und 3b) regulirbare Spitzen beweglich. Eine kleine Blattfeder β drückt ihn gegen den Kreis. Ausserdem verbindet ihn ein über eine Rolle α geleiteter Faden ε mit einem kleinen Stift ζ, welcher zwei Rollen $\gamma_1 \gamma_2$ trägt, die durch eine Spiralfeder φ gegen die Axe des Fernrohrs gedrückt werden. Wird letzteres zum Umlegen angehoben, so hebt die Spiralfeder den Stift ζ, der Faden ε wird mit angezogen und dadurch der Nonius vom Kreise abgelegt.

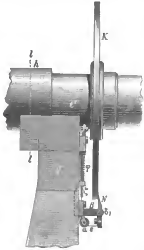


Fig. 3b.

Wird andererseits die Axe auf ihre Lager gesenkt, so drückt sie den Stift ζ nach unten, der Faden ε wird schlaff und die Blattfeder β kann wieder in Wirksamkeit treten und den Nonius an den Theilkreis anlegen.

Auf die Axe ist ferner die Klemme *k* (Fig. 1) aufgepasst, welcher durch eine Klemmschraube fest mit ihr verbunden werden kann. Ein Ansatz an diesem Ring wird durch eine Feder gegen die Schraube *f* gedrückt, welche zur Feineinstellung in der Zenithdistanz dient. Das Gewicht der Klemme wird auf der anderen Axenseite durch das Gegengewicht *k'* ausgeglichen.

Die optische Einrichtung des Instrumentes besteht aus dem Objektiv, einem rechtwinkligen Prisma, welches die Lichtstrahlen durch totale Reflexion um einen Winkel von 90° ablenkt und dem mit Mikrometer versehenen Okulare. Das Objektiv hat eine Oeffnung von etwa 80 *mm*, eine Brennweite von 900 *mm*; bei der Konstruktion ist auf die durch die Zwischenschaltung des

Prismas bedingte chromatische Ueberkorrektion Rücksicht genommen, und die Berechnung der einzelnen Radien ist so durchgeführt, dass die möglichst günstigste Vereinigung der Strahlen, welche den Wellenlängen zwischen den Fraunhofer'schen Linien *C* und *F* entsprechen, erreicht wird. Das Objektiv ist so lichtstark, dass Sterne 8. Grösse bei hellem Gesichtsfelde noch gut beobachtet werden können. Das Objektivrohr *F* (Fig. 1) ist an den Würfel in der Mitte der Axe angeschraubt und durch das Gegengewicht *G* balanzirt.

Das Prisma π ruht auf einem Stuhle, welcher mit dem Objektivrohr fest verbunden ist. Die Art der Befestigung ist aus Figur 4a ersichtlich.

Im Allgemeinen werden dem Instrument drei Okulare beigegeben, denen bezw. 85, 115 und 145fache Vergrösserungen entsprechen. Das Mikrometer hat im Wesentlichen die in dem „*Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 S. 21*" beschriebene Einrichtung. Die Ausführung des Fadennetzes hängt im Einzelnen von dem Wunsche des Bestellers ab. Der

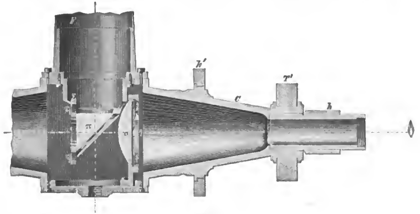


Fig 4a.

bewegliche Faden ist entweder einfach oder es sind zur Bequemlichkeit bei den Messungen mehrere einzelne Fäden in grösseren Abständen auf dem beweglichen Schlitten aufgespannt. Die Ganghöhe der Mikrometerschraube beträgt 0,25 *mm*, die Trommel ist in 100 Theile getheilt und das Okular über das Gesichtsfeld verschiebbar. Ausserdem lässt sich das Okular mit der Platte, welche den beweglichen Faden trägt, um die optische Axe drehen, so dass derselbe den Deklinationsfäden parallel gestellt und verschoben werden kann. Die Drehung wird durch zwei regulirbare Anschläge begrenzt, so dass sie genau 90° beträgt.

Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes geschieht zentrisch durch die Rohraxe. An das dem Okular abgewendete Ende dieser Axe wird ein Rohrstutzen angeschraubt, an dem, um sechs kleine Rollen beweglich, die Lampe *R* (Fig. 1) hängt, welche durch das Gegengewicht *R'* auch beim Drehen des Instrumentes in senkrechter Stellung gehalten wird. Rohrstutzen und Lampe werden durch ein Gewicht *R''* ersetzt, wenn keine Beleuchtung erforderlich ist.

Die von der Lampe, deren Ort auf Figur 4a in der Richtung nach λ liegt, kommenden Strahlen, werden durch eine Linse σ gesammelt. Vor dieser Linse befindet sich ein Rahmen Δ, welcher in der Figur 4b und 4c (a. S. 130) besonders

abgebildet ist. Dieser Rahmen trägt eine runde Scheibe μ, welche in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung η und am Rande symmetrisch vier Ausschnitte ϑ_1, ϑ_2, ϑ_3, ϑ_4 hat. Diese Scheibe ist durch das aus der Wand des Würfels hervorragende Trieb *P* (siehe auch Fig. 1) drehbar, und trägt einen Schieber ν, der sich um einen eingeschraubten Stift *w* drehen kann. Die Drehung wird gleichzeitig mit derjenigen der Scheibe μ dadurch bewirkt, dass der Schieber durch zwei an dem Rahmen fest angebrachte Anschläge festgehalten wird.

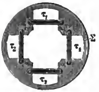


Fig. 4b.

Bei der in Fig. 4b gezeichneten Stellung der Scheibe fällt das durch die Oeffnung η und die Linse σ kommende Licht auf ein kleines auf die Rückfläche des Reflexionsprismas π aufgekittetes Beleuchtungsprisma passirt die beiden Prismen ohne Ablenkung und erhellt das Gesichtsfeld. Das durch die Ausschnitte ϑ fallende Licht trifft dagegen auf die der hinteren Kathethenfläche von π zur Lehne dienende Wand Σ, welche in Figur 4a besonders dargestellt ist, und wird hier zurückgehalten. Wird nun durch Drehung des Triebes *P* die in Figur 4c gezeichnete Stellung der Scheibe μ herbeigeführt, so tritt der Schieber ν vor die Oeffnung η; das durch die Ausschnitte ϑ fallende Licht trifft jetzt auf entsprechende Oeffnungen τ_1, τ_2, τ_3, τ_4 in der Wand Σ und erhält durch den prismatisch wirkenden Rand der Linse σ eine starke Neigung gegen die optische Axe des Fernrohrs, so dass es nicht in das Okular gelangen kann, sondern an den Fäden des Mikrometers gebeugt, diese hell auf dunkelem Grunde erscheinen lässt.

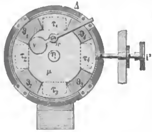


Fig 4c.

Um die Feldbeleuchtung abschwächen zu können, ist zwischen die Sammellinse σ und das Prisma ein in der Figur nicht gezeichnetes Drahtnetz eingeschaltet, dessen Neigung gegen das auffallende Licht durch Drehen eines Knopfes von aussen her geändert werden kann.

Zur Justirung der Stellung des Instrumentes auf dem vorher mittels der Libellen ι_1 und ι_2 (Figur 1) für sich horizontirten Untersatz erfolgt nach den Libellen *L* und Q_2. Die Libelle *L* dient gleichzeitig zur Bestimmung der Neigung der Fernrohraxe. Sie hängt auf den Stahlzylindern *h* an zwei Armen, welche nach aussen hin so weit überstehen, dass die Auflagerungspunkte der Libelle senkrecht über den Punkten stehen, in welchen die Axe auf ihren Lagern aufliegt (in der Ebene *l* Fig. 3b). Die Libelle bleibt beim Umlegen des Instruments hängen. Sie legt sich mit zwei Kugelkalotten gegen zwei ebene Flächen an den Säulen *D*, *D*, an und hängt in Folge dessen etwas schräg, jedoch ist diese Lage beim Einlegen der Libelle in Rücksicht gezogen und wird durch das Querniveau Q_1 kontrolirt. Die Libelle liegt in doppelter Metallfassung mit Glasverschluss. Das äussere Fassungsrohr ist mit Tuch überzogen, zum Anfassen beim Umhängen mit Handgriffen versehen; geeignete Füsse

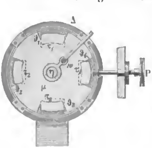


Fig 4d.

gestatten die Libelle hinzustellen. Der Werth eines Libellentheils beträgt etwa 1 Sekunde.

Für Polhöhenbestimmungen nach der Horrebow-Methode trägt die Axe schliesslich noch das in Fig. 5a und 5b gesondert dargestellte Niveau T (Fig. 1), welches durch den gleich schweren Ring T' auf der anderen Seite der Axe balanzirt wird.

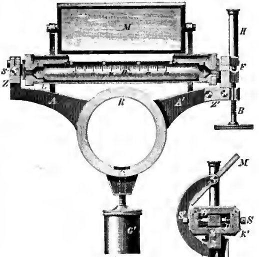


Fig. 5a.

Dieses Niveau wird durch einen die Axe umschliessenden Ring R gehalten, der durch eine Schraube, welche gleichzeitig das Gegengewicht G' trägt, festgeklemmt werden kann; derselbe läuft in zwei Arme A und A' aus, von deren Enden Rahmen Z und Z' nach oben führen. Im Rahmen Z ruht das Libellenlager L, beweglich um zwei in konische Höhlungen der Schrauben S und S' eingreifende Kugeln. Im Rahmen Z' liegt das Libellenlager auf der Schraube B und wird an diese durch eine im Federhaus H befindliche, auf den Stift F wirkende Feder angedrückt. Auf dem Libellenlager sind zwei Libellen, D und D' parallel neben einander angeordnet, von denen die erstere durch die Schräubchen k und k' für sich korrigirbar ist. Diese Einrichtung ist nach dem Vorschlag des Herrn Prof. Foerster deswegen getroffen worden, um von den durch Ausscheidungen im Innern der Libellen verursachten Fehlern dadurch frei zu werden, dass man die Ablesungen an der einen Libelle durch die an der anderen kontrolirt. Zur bequemeren Ablesung befindet sich über den Libellen der Spiegel M (in Fig. 1 nicht dargestellt). Um zu verhindern, dass beim Drehen des Instrumentes diese Niveaus zu sehr geneigt werden, ist eine in Figur 1 sichtbare Gabel vorgesehen, welche der Bewegung des Libellenträgers nur einen geringen Spielraum lässt.



Fig. 5b.

Christiaan Huygens' früheste Luftpumpe.

Von
Dr. E. Gerland in Klausthal.

In früheren Arbeiten habe ich den Antheil, den Huygens an der Verbesserung der Luftpumpe genommen hat, auseinandergesetzt.[1]) Wenn auch nur angewiesen auf eine kurze Mittheilung von Huygens im *Journal des Savans vom 25. Juli 1672* und Papin's *Expériences du Vuide* konnte ich doch dem grossen

[1]) *Wiedemanns Annalen Bd.* **2.** und **19.**

Holländer die Erfindung des Tellers der Luftpumpe und der Barometerprobe zueignen, auch den Einwand Hartings[1]), dass der von mir als Barometerprobe angesprochene Apparat eigentlich eine andere Bestimmung gehabt habe, auf seinen wahren Werth zurückführen. Nur die Frage, ob Huygens oder Papin oder beide die Barometerprobe zuerst angegeben haben, liess sich damals noch nicht entscheiden.

Die Bestätigung dieser Ergebnisse, sowie die Entscheidung der eben erwähnten Frage zu Gunsten Huygens' liefert nun der von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften als erste Abtheilung der Huygens'schen Gesammtwerke herausgegebene Briefwechsel[2]) des berühmten Gelehrten, dessen dritter Band bis zu den Jahren 1660 und 61 vorgeschritten ist. In jener vorzeitschriftlichen Zeit hatten die Briefe, welche die Männer der Wissenschaft wechselten, eine ganz andere Bedeutung wie jetzt; auf solche sind wir in den meisten Fällen angewiesen, in denen es sich um die Feststellung der Priorität einer Erfindung handelt. Indem in ihnen aber das persönliche Element mehr zur Geltung kommt, führen sie uns auch mit frischer Lebendigkeit in jene längst vergangene Zeit ihrer Entstehung zurück und enthalten an wissenswerthen Einzelnheiten viel mehr, als Zeitschriften uns aufbewahrt haben würden. So können wir die Art, wie Huygens seine Verbesserungen anbrachte, die Schwierigkeiten, mit denen er bei ihrer Verwirklichung zu kämpfen hatte, genau erkennen und dies gewährt ein um so grösseres Interesse, als das Bedürfniss der Herstellung von Luftpumpen und Fernröhren zuerst Ursache des Auftretens von mechanischen Künstlern wurde. Hauptsächlich mit der Verfertigung solcher Apparate finden wir die Musschenbrook, Hartsoeker, Leupold, Campani, Reeves u. a. in der That zuerst beschäftigt. Die von Huygens aufbewahrten Nachrichten lassen uns somit einen Einblick thun in die Verhältnisse, welche das Entstehen jener Werkstätten bewirkten und so wird ihre Mittheilung weiterer Rechtfertigung nicht bedürfen.

Im Jahre 1658 hatte Huygens seine Pendeluhr bekannt gemacht, 1659 und 1660 waren seine Arbeiten über das Saturnsystem gefolgt. Beide Gegenstände werden in den Briefen der Jahre 1660 und 61 somit vielfach besprochen. Hinsichtlich der Pendeluhr hatte der Mathematiker Ismael Boulliau, Huygens' Korrespondent oder wissenschaftlicher Agent (wenn man so will) in Paris, die direkte Korrespondenz zwischen dem niederländischen Gelehrten und dem Prinzen Leopoldo di Medici angebahnt, welche im Anfang 1660 zunächst die Prioritätsansprüche Galilei's auf die Pendeluhr behandelte, dann auf das Thema der Fernröhre einging. Am 12. Oktober 1660 reiste Huygens selbst nach Paris, wo er bis zum 19. März 1661 blieb, um sich nun nach London zu begeben. Dort am 2. April angelangt, blieb er bis zum 27. Mai, an welchem Tage er wieder in den Haag zurückkehrte. Der Briefwechsel mit Boulliau war unterdessen eingeschlafen und da Huygens' jüngerer Bruder Ludwig sich mit dem Vater am 7. Oktober 1661 zu längerem Aufenthalt nach Paris begab, so übernahm es dieser, die Freunde Christian's von dessen Arbeiten mit der Luftpumpe in Kenntniss zu setzen. Die Briefe, die Ludwig vom Haag erhielt, enthalten deshalb ausführliche Schilderungen seiner Arbeiten. Neben diesen kommen für unsern Zweck hauptsächlich noch die an Sir Robert Moray (Murray) gerichteten in Betracht, einen der Gründer der Londoner Königlichen Gesellschaft der

[1]) *Album der Natuur.*

[2]) *Oeuvres complètes de Christiaan Huygens Bd. 1–3; La Haye 1888–90.*

Wissenschaften und zugleich ihren ersten Präsidenten. Bei seinem Aufenthalte in London aber hatte Huygens die Versuche mit einer Boyle'schen Luftpumpe gesehen und war durch sie zuerst auf die Idee gekommen, sich selbst eine solche Maschine zu bauen. Mit Boyle selbst korrespondirte er nicht; zwischen beiden scheint damals eine gewisse Eifersucht bestanden zu haben; wenigstens erzählte Huygens, der Vater, dem späteren Mitgliede der Pariser Akademie Chapelain, dass Huygens' Versuche mit der Luftpumpe Boyle sehr zum Aerger gereichten.[1])

In einem Briefe[2]) an seinen Bruder Ludwig vom 9. Juni 1661, zu welcher Zeit sich derselbe noch bei der Gesandtschaft in Madrid befand, erwähnt Christian die Luftpumpe zuerst. „Die Mitglieder der neuen Akademie der Physik, welche sich in *Greshams College* versammelt, haben mir viel schöne Versuche über den leeren Raum gezeigt, welche sie nicht mit Quecksilber in engen Röhren anstellen, sondern indem sie mit einer Art Pumpe alle Luft aus einem grossen Glasgefässe ziehen, in welches sie vorher das eine oder andere Thier oder verschiedene andere Gegenstände gebracht haben.“ Besonders merkwürdig war ihm, wie er am 14. Juli an Chapelain schreibt[3]), der Versuch vorgekommen, dass „warmes Wasser, welches ohne zu sieden in das Gefäss gestellt wird, bei jedem Hub, mit dem die Pumpe Luft anzieht, grosse Blasen aufwirft.“ In einem uns verlorenen Schreiben an Moray (welcher Verlust der die Herausgabe der Briefe besorgenden Kommission entgangen zu sein scheint) muss Huygens dann zum ersten Male seine Absicht, selbst eine Luftpumpe zu bauen, ausgesprochen haben; wenigstens antwortet Moray[4]) am 19. Oktober: „Ich bin entzückt, dass Sie sich eine Maschine wie die Boyle'sche gemacht haben. Wir wollen die, welche er der Gesellschaft gegeben hat, ein wenig abändern, um die Luft besser von dem Cylinder abzuschliessen. Da Sie aber eine nach Ihrer Art konstruiren, glaube ich, wir verschieben unsere Abänderung, bis Sie die Ihrige gemacht haben. Deshalb müssen Sie uns aber alles, was die Form der Ihrigen betrifft, mittheilen.“

Aber soweit war es noch nicht. Am 22. Oktober schreibt Christian[5]) an seinen ältesten Bruder Constantin, der damals zu Besuch in 'sHerzogenbusch weilte: „Die Pumpe geht noch nicht. Die Röhre war von so ungleicher Weite, dass man keine oder wenig Luft aus der Flasche herausbekommen konnte. Es sind nun wieder vier Tage, dass sie der Instrumentenmacher in Händen hat; da aber sein Bruder gestorben ist, so kann ich weder etwas von ihm gethan bekommen, noch ihn selbst zu Hause finden.“ Am 4. November ist er noch nicht weiter, wie er Moray mittheilt[6]), den er bittet bei Boyle nachzufragen, ob dieser seinen Kolben aus Holz oder Kupfer gemacht habe; auch sei es billig, dass die Engländer ihn mit ihren Verbesserungsplänen bekannt machten. Endlich giebt uns ein Brief an Ludwig vom 23. November[7]) genaue Mittheilung über die Sachlage. „Die Luftpumpe geht noch nicht“, heisst es, „aber ich glaube, dass sie morgen im Stand sein wird, nachdem viele Schwierigkeiten haben überwunden werden müssen. Die erste Röhre taugte nämlich nichts und es musste eine aus massivem Kupfer hergestellt werden. Der gute Bruder von Zeelhem[8]), mit dem ich anfangs gemeinschaftliche Sache machte, liess mich aus Furcht vor den Kosten bald im Stich; wenn ich also will, wird er meine Versuche nur für Geld sehen.“

[1]) *Huygens, Oeuvres complètes III. S. 412.* — [2]) *Ebenda S. 276.* — [3]) *Ebenda S. 295.* — [4]) *Ebenda S. 369.* — [5]) *Ebenda S. 370.* — [6]) *Ebenda S. 381.* — [7]) *Ebenda S. 389.* — [8]) *Constantin Huygens.*

Aber es dauert doch noch fast eine Woche, bis alles fertig ist, und erst am 30. November kann **Christian** an **Ludwig** schreiben:[1]) „Seit gestern geht meine Luftpumpe und während dieser ganzen Nacht ist eine darin befindliche Blase ausgedehnt geblieben, (obwohl vorher kaum Luft darin war), was **Boyle** niemals hat erreichen können. Morgen wird es einigen Sperlingen und Mäusen das Leben kosten, die ich schon im Vorrath habe. Einer der ersten Versuche wird das Zerbrechen einer der kleinen Glasthränen[2]) sein, wofür ich ein Mittel, ohne eine andere Oeffnung wie die untere nöthig zu haben, zu besitzen glaube. Ich bediene mich nämlich (als Rezipient) nur einer umgekehrten Flasche mit sehr weitem Hals."

Am 7. Dezember berichtet[3]) er seinem Bruder von den gelungenenen Versuchen. Er hätte geglaubt, dass die Glasthräne nicht wie in der Luft zerbrechen würde, aber „sie zerbrach zu Staub ohne jeglichen Respekt vor dem leeren Raum." Auch die Versuche mit einem kleinen Vogel, warmem Wasser und einer tönenden Uhr gelangen vortrefflich. Aber zufrieden ist er noch nicht. „Die ganze Maschine ist noch nicht auf dem Punkte, wo ich sie haben will," schreibt[4]) er vielmehr am 14. Dezember an seinen Bruder, „obschon sie viel besser arbeitet wie vorige Woche, als ich Dir schrieb, dass $^1/_{20}$ oder noch mehr Luft zurückblieb. Es bleibt jetzt, wenn ich will, nicht $^1/_{100}$. Aber das befriedigt mich noch nicht und ehe ich mich an die Experimente mache, muss sie ganz vollendet sein."



Schon am 31. Dezember glaubt er dies erreicht zu haben[5]), so weit zu sein, dass er alle Luft aus dem Rezipienten ziehen könne, genau so vollständig, wie man es mit Quecksilber im Stande sei. Mit nebenstehend abgebildetem Apparat glaubt er dies beweisen zu können. „*ABC* ist ein Glas von etwa 1 *Fuss* Höhe, das auf dem Teller *DC* steht, der immer an der Pumpe *K* befestigt bleibt. Unter dieses Gefäss *ABC* setze ich das Glas *FG*, welches Wasser bis zu *H* enthält, damit, wenn ich den Hals oder das Rohr des ganz mit Wasser gefüllten Gefässes *E* hineintauche, dieses Wasser nicht ausfliessen kann. Ist nun *ABC* auf dem Teller aufgeklebt, so dass die Luft nicht darunter gelangen kann, so beginne ich mit der Pumpe diejenige zu verdünnen, die darunter ist. Nach den fünf oder sechs ersten Zügen zeigt sich keine Veränderung, wenn nicht in dem Wasser Blasen aufsteigen, je nachdem dasselbe mehr oder weniger frisch ist. Ist es aber von Luft befreit (was geschieht, wenn man es eine Nacht unter der Luftpumpe stehen lässt), so steigen nur sehr wenige auf. Setzt man nun das Pumpen fort, so beginnt das Wasser in *E* plötzlich herabzusinken, indem es den oberen Theil des Gefässes verlässt, der luftleer zurückbleibt. Ist es nach und nach in dem Halse *L* herabgegangen, so bleibt es in der Höhe stehen, wo ihm das Wasser aus dem Glase *FG* begegnet, welches in demselben Maasse steigt, in dem *E* sich entleert."

---

[1]) *Huygens, Oeuvres complètes III. S. 395.*

[2]) Die Glasthränen waren durch den **Prinzen Ruprecht von der Pfalz** in England bekannt geworden; die Versuche mit ihnen hatte **Moray** beschrieben. Der Chemiker **Homberg** glaubte noch 1693 zu finden, dass sie im luftleeren Raum in kleinere Stücke zersprängen wie im lufterfüllten.

[3]) *Huygens, Oeuvres complètes III. S. 396.* — [4]) *Ebenda S. 408.* — [5]) *Ebenda S. 414.*

„Daraus schliesse ich, dass, da das Glas *E* ganz leer von Luft wird, bis zu der Stelle, zu welcher das Wasser sinkt, auch der Rezipient *ABC* luftleer sein muss, weil, wenn etwas Luft darin bliebe, diese auf die Oberfläche des Wassers in *FG* drücken und dadurch das Wasser in *L* etwas höher stehen müsste."

„Indessen ist noch zu bemerken, dass wie sehr auch das Wasser von Luft gereinigt sei, sich doch ein wenig Luft bei diesem Experiment bildet, welche sichtbar wird, wenn man die Luft durch den Hahn in den Rezipienten zurücktreten lässt, denn dann füllt sich das Gefäss *E* von Neuem vollständig mit Wasser, mit Ausnahme einer kleinen Blase von der Grösse eines Hanfkornes, welche doch nicht im Stande ist, ihre Federkraft soviel tausendmal zu vergrössern, als erforderlich wäre, um alles Wasser aus dem Hals *L* herauszutreiben und deshalb schliesse ich, dass der in dieser Blase enthaltenen Luft keine Bedeutung zukommt." Nach Verlauf eines Tages und einer Nacht war die Blase wieder verschwunden, das Wasser hatte sie aufgelöst.

Dieser Brief beweist zunächst, dass den in der Figur dargestellten Apparat Huygens im Beginn seiner Versuche und zwar als Barometerprobe konstruirt hat. Weiter folgt aus ihm, dass die erste Huygens'sche Luftpumpe nicht die ist, die Papin abbildet, bei welcher der Teller seitlich vom Pumpstiefel angebracht war, der seine Oeffnung nach oben kehrte. Auch ergiebt sich aus ihm, dass Harting's Annahme, Huygens habe seine Luftpumpe durch Salomon Musschenbroek in Leiden bauen lassen, unrichtig ist. Endlich aber erhalten wir das interessante Resultat, dass Huygens von der Spannkraft der aus dem Wasser von gewöhnlicher Temperatur aufsteigenden Dämpfe keine Ahnung hatte. Sonst hätte er nicht den Schluss ziehen können, dass seine Pumpe alle Luft aus dem Rezipienten herausziehe. Uebrigens muss er keineswegs immer dasselbe Resultat erhalten haben, da er Moray am 30. Dezember schreibt[1]), dass er das Wasser in dem innern Rohr bis auf einen halben Zoll Niveauunterschied mit dem äussern gebracht habe, dass er aber über diesen Versuch noch hundert Dinge zu sagen hätte (von denen allen er den Grund noch nicht einsehe), dies aber so lange aufschiebe, bis er alle zu seiner Aufklärung nöthigen Versuche gemacht habe.

Soweit man aus der Figur ersehen kann, unterschied sich die Luftpumpe äusserlich von der Boyle'schen nur durch die Beigabe des Tellers. Ihre grössere Vortrefflichkeit aber leitete Huygens aus mehreren konstruktiven Einzelnheiten ab, die der angeführte Brief an Moray enthält. Dieser hatte in dem Brief[2]), dessen Antwort Huygens Schreiben vom 30. Dezember ist, den Freund im Haag auf die Nothwendigkeit der Vermeidung des schädlichen Raumes aufmerksam gemacht, auch einen Hahnsitz aus Zinn, einen Hahnwirbel aus Horn empfohlen.

Zunächst bemerkt Huygens in seiner Antwort, dass er den Kolben in das kupferne Rohr vor seiner Vollendung hineinbringe und ihn, wenn er darin sei, mit Wolle und andern Dingen fülle, bis derselbe nichts mehr fassen könne. Die Probe eines gut gearbeiteten Kolbens sei, dass er von dem höchsten Punkte des Stiefels (dessen Luftzutrittsloch mit dem Finger geschlossen ist) heruntergezogen und nun losgelassen durch die Luft wieder langsam gehoben wird, an seinen früheren Ort zurückgehe, ohne dass Luft irgendwie hinzugetreten sei. Der Sitz des Hahns ist von Kupfer, sein Wirbel aus Holz mit einem ärmelartigen Ueberzug aus dünnem Leder, wie ihn Boyle bei seinem Kolben verwendet hatte.

---

[1]) *Huygens, Oeuvres complètes III. S. 439.* — [2]) *Ebenda S. 426.*

Dieser Hahn hielt so dicht, dass ihr Verfertiger die Pumpe mit luftleerem Rezipienten Nächte lang stehen lassen konnte, ohne dass Luft hineinkam. Daraus folgte indessen auch, dass das Dichtungsmittel zweckmässig gewählt war. Es bestand aus gelbem Wachs und Terpentin und wurde so weich hergestellt, dass ein Erwärmen durch ein heisses Eisen behufs des Festkittens des Rezipienten sich als unnöthig erwies.

Schliesslich wendet **Huygens** sich gegen den Plan **Boyle's**, eine horizontale Luftpumpe, die von Wasser bedeckt werden soll, auszuführen, wie sie **Guericke** auch bereits benutzt habe. Dies sei sehr unbequem und es sei viel richtiger, seiner Methode zu folgen, die darin bestehe, den Kolben gut zu dichten.

Man kann nicht umhin, anzuerkennen, dass der von **Huygens** eingeschlagene Weg der ist, welcher zur Ausbildung unserer modernen mechanischen Kunst führte, während **Boyle**, der ihn doch vor **Huygens** gewandelt war, an technischen Schwierigkeiten scheiternd, bereit war, ihn wieder zu verlassen und auf die ursprüngliche so unvollkommene **Guericke**'sche Konstruktion zurückzugreifen. Dieser richtigere Weg war durch Anwendung des Luftpumpentellers gewiesen, ihn verfolgte **Papin**, wesentliche Verbesserungen zufügend, während **Guericke** in seiner zweiten Luftpumpe von 1676 kaum über die **Boyle**'sche Konstruktion hinauskam, die dieser doch zu Gunsten der ersten **Guericke**'schen wieder verlassen wollte. Nicht nur in der Geschichte der Luftpumpe, auch in derjenigen der mechanischen Kunst stellen deshalb die Arbeiten **Huygens'** einen bemerkenswerthen Wendepunkt dar.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber eine neue Vorrichtung für Mikroskope zum Zwecke eines schnellen Uebergangs von parallelem polarisirten zu konvergentem Licht.

Von **R. Brunnée** (**F. Voigt & Hochgesang**) in Göttingen.

Die Vorrichtung, welche ich in Nachstehendem beschreiben will, soll einen schnellen Uebergang von parallelem polarisirten zum konvergenten Lichte bewirken. Sie zeichnet sich durch ihre Einfachheit, Solidität, sowie ein sicheres bequemes Arbeiten vor anderen Konstruktionen aus und funktionirt nach dem Urtheile Sachverständiger vortrefflich, wie u. A. aus einem (der Redaktion *dieser Zeitschr.* mitgetheilten) Briefe von Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. **C. Klein** an mich hervorgeht, in welchem derselbe erklärt, dass er die Vorrichtung den bis jetzt bekannten vorzieht. Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, die Vorrichtung fest mit dem Polarisator zu verbinden, ohne zwei Prismen anzuwenden oder das Mikroskop mehr wie gewöhnlich zu belasten; die Theile des Linsensatzes sollten ferner bei Einschaltung desselben nicht von einander getrennt sein, damit die sehr wichtige Einstellung durch die Triebbewegung, welche ja schon wegen der grossen Differenz von 0,6 *mm* bis 2 *mm* in der Dicke der Objektträger unbeschränkt vorhanden sein muss, nicht verloren geht.

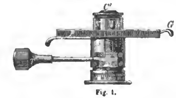


Fig. 1.

Diese Aufgabe ist in folgender Weise gelöst: Im Schieber P (Fig. 1 und 2), durch welchen der Polarisator mit dem Instrument verbunden wird, ist ein Schlitten S angebracht, welcher, sobald das Rohr R durch das Trieb T nach unten bewegt wird, die Linse C' von der Linse C^2 abhebt; ein Zug am Arme G genügt dann, um dieselbe in eine seitlich im Schieber P angebrachte Vertiefung hineinzuziehen (siehe Fig. 2 a. S. 137),

worauf der Polarisator, welcher dann nur mit der Linse C^2 versehen ist, unbehindert wieder hochgestellt werden kann.

Will man wieder zu konvergentem Licht übergehen, so verfährt man in gleicher Weise, bewegt das Rohr R nach unten, drückt den Schieber S nach Innen und der konische Ansatz der Linsenfassung C^2 wird die Linse C' wieder genau zentrisch auffangen.

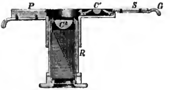


Fig 2.

Damit nun die Linse C' in dem Ring des Schlittens S hängen bleibt, ist das Rohr R mit vier Schlitzen N versehen, in welchen wiederum vier Ansätze von dem Ring des Schlittens S hineingreifen; diese bilden eine genaue zentrische Aufhängung für die Linsenfassung der Linse C'. Für grössere Mikroskope, welche statt der Linse C' einen doppelten, stärker brechenden Linsensatz erhalten, wird nur die Vertiefung im Schieber P dementsprechend verändert.

Der Apparat ist zum Patent angemeldet.

Referate.

Eine einfache und genaue Methode der Orientirung eines parallaktisch aufgestellten Fernrohres.

Von Dr. J. Scheiner. *Bull. du Comité intern. perm. pour l'exécution photograph. de la carte du ciel. Fasc. VI.*

Bei photographischen Anfnahmen von Theilen der Himmelsfläche ist eine genaue Orientirung des Aequatoreales, d. h. ein genaues Zusammenfallen des Poles des Instrumentes mit dem Pole des Himmels sehr erwünscht, damit die Mühe des Astronomen, den Stern unter dem Fadenkreuz zu halten, der er sich wegen des mit der Höhe sich ändernden Einflusses der Refraktion nicht ganz entziehen kann, wenigstens auf ein Minimum beschränkt werde. Kollimationsfehler, Neigung der Deklinationsaxe gegen die Ebene des Aequators und die Indexfehler der Einstellungskreise kommen dagegen nicht in Betracht, da sie ein Abweichen des Sternes vom Deklinationsfaden nicht veranlassen; sie werden daher bei der Methode des Verf. nicht berücksichtigt, während sie sonst gewöhnlich behufs der Orientirung des Instrumentes mitbestimmt werden. Der wesentliche Unterschied zwischen der vorliegenden und der gewöhnlich angewandten Methode liegt aber darin, dass bei der letzteren Positionsbestimmungen von Sternen unter Zugrundelegung des durch das Aequatoreal gegebenen Koordinatensystems angestellt, bei der Scheiner'schen Methode aber die Abweichungen der Bewegungen passend gewählter Sterne um den Weltpol von der Bewegung des Aequatoreales um seinen Pol beobachtet werden. Während die ältere Methode anzuwenden ist, wenn eine numerische Bestimmung der Aufstellungsfehler und der Instrumentalfehler vorgenommen werden soll, besteht der Vorzug der Scheiner'schen Methode in der Vermeidung aller Rechnungen und Kreisablesungen, in der Kürze der erforderlichen Zeit und in der Genauigkeit der Orientirung, wie sie durch die andern Methoden, bei denen Ablesungen der oft nur bis auf Minuten getheilten Kreise zu machen sind, nicht erreicht wird.

Der Abstand zwischen den beiden Polen lässt sich in zwei Komponenten zerlegen, wenn man vom Pol des Instrumentes auf den Mittagskreis ein Loth fällt. Die eine Komponente ist dieses Loth selbst, die andere die Projektion jenes Abstandes auf den Meridian. Hinsichtlich der ersten Komponente wird das Instrument korrigirt, indem man einen dem Meridian und, damit die Refraktion keinen Einfluss habe, auch dem Zenith nahen Stern unter das Fadenkreuz bringt und, nachdem das Uhrwerk in Gang gesetzt ist, beobachtet,

nach welcher Seite vom Deklinationsfaden der Stern abgeht. Findet diese Abweichung nach Süden zu statt, so wird man durch eine azimuthale Drehung des Instrumentes das Nordende der Stundenaxe etwas nach Westen, im andern Fall nach Osten zu bewegen haben, bis der Stern wieder unter dem Deklinationsfaden steht. Ist der Stern hierbei vom Rektaszensionsfaden abgekommen, so bringt man ihn mittels des Rektaszensionsschlüssels wieder darauf und beobachtet noch einige wenige Minuten, ob der Stern jetzt auf dem Deklinationsfaden bleibt, was man nach zwei Korrektionen wohl schon erreicht haben wird. Bemerkenswerth ist, dass, wie sich beweisen lässt, alle Sterne, welche Deklinationen sie auch haben mögen, in gleichen Zeitintervallen bei derselben Anfstellung des Instrumentes auch gleich weit vom Deklinationsfaden abweichen.

Um sodann die andere Komponente des Aufstellungsfehlers wegzubringen, beobachtet man in gleicher Weise wie vorher einen nicht zu tief stehenden Stern, dessen Stundenwinkel $\pm 6^h$ beträgt. Weicht er vom Deklinationsfaden ab, so bringt man ihn wieder darunter, dadurch, dass man mittels der Polhöhenschraube die Neigung der Polaraxe korrigirt und dieses Verfahren eventuell ein oder zweimal wiederholt. Die scheinbare Bewegung dieses Sternes wird aber von der Refraktion beeinflusst sein und zwar wird diese seinen Ort um so mehr nach dem Zenith zu verschieben, je weiter er von diesem entfernt ist. Der Mittelpunkt seiner Bahn wird daher höher nach dem Zenith zu liegen als der wahre Mittelpunkt des von ihm beschriebenen Parallelkreises, d. h. als der Nordpol. Man wird aber nur einen wegen seiner geringen Grösse nicht in Betracht zu ziehenden Fehler begehen, wenn man als Mittelpunkt der vom Stern scheinbar beschriebenen Bahn den scheinbaren Nordpol annimmt, d. h. den Ort, wo uns der Nordpol in Folge der Refraktion zu liegen scheint. Nach diesem in unseren Breiten vom wahren Pol um etwa 45″ entfernten Punkt hin würde also die Polaraxe des Aequatoreals bei Anwendung der beschriebenen Methode gerichtet sein. Man kann sich damit begnügen, wenn, wie meistens, nur in der Nähe des Meridians mit dem Aequatoreal photographische Aufnahmen gemacht werden. Will man es jedoch dabei nicht bewenden lassen, sondern die Axe nach dem wahren Nordpol richten, so hat man nur ihre Neigung etwas zu vermindern durch Drehen der Polhöhenschraube um einen aus der Ganghöhe leicht zu berechnenden, ein für alle Mal giltigen Winkelbetrag.

Bei einer 300 bis 400fachen Vergrösserung kann man eine Abweichung des Sternes um 0,5″ vom Deklinationsfaden schon als solche erkennen. Nimmt man nun eine der beiden Fehlerkomponenten gleich 1′ an, so wird der zu beobachtende, unter das Fadenkreuz gebrachte Stern nach einer Zeitminute vom Deklinationsfaden, wie eine kleine Rechnung ergiebt, um 0,26″ abgewichen sein, nach zwei Zeitminuten wird sich also der geringe Orientirungsfehler des Instrumentes schon in der Abweichung des Sternes vom Deklinationsfaden bemerklich machen. *Kn.*

Nadelinklinatorium modifizirter Konstruktion.

Von Prof. R. Wild. *Mém. de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg.* VII. *32.* Nr. 6.

In obiger Abhandlung giebt Herr Wild eine ausführliche Beschreibung eines in der mechanischen Werkstatt des physikalischen Zentral-Observatoriums vom Mechaniker Freiberg ausgeführten Inklinatoriums, das sich in manchen seiner Theile wesentlich von den gewöhnlich üblichen Instrumenten unterscheidet. Ueber den Horizontalkreis lässt sich nichts weiter sagen, als dass er einem alten Gambey'schen Inklinatorium entnommen wurde. Auf der vertikalen Alhidadenaxe, die unten durch eine Feder gestützt wird, ist das Gehäuse befestigt, welches zur Aufnahme der Inklinationsnadel bestimmt ist. Dasselbe besteht aus einem Messingzylinder, dessen Axe horizontal liegt und dessen Grundflächen Glasplatten bilden. Die Glasplatten liegen auf einer Nuth des Messingzylinders und werden durch einen Messingring angepresst. Zur Ausgleichung des Druckes sind zwischen Messing und Glas Tuchstreifen eingelegt.

Die stärkere Glasplatte (5 *mm* dick) ist in ihrer Mitte durchbohrt. Durch die Bohrung geht ein Messingzapfen, der nach aussen den Vertikalkreis und nach innen eine Platte aus Messing trägt, an welcher die Lager für die Inklinationsnadel befestigt sind. Die feste Verbindung des Kreises und der erwähnten Platte mit der Glasscheibe wird durch eine Mutter, die am Ende des durchgehenden Zapfens angeschraubt werden kann, hergestellt.

Der Vertikalkreis, von einem alten Inklinatorium von Repsold genommen, entspricht vollkommen der von Kreil in seinem „Entwurf eines meteorologischen Beobachtungssystems für die östor. Monarchie“ gegebenen Beschreibung. Eine kleine Abänderung haben nur die Einstellmikroskope erlitten, indem die Rohre derselben etwas verlängert und die Objektive durch neue achromatische mit doppelter Vergrösserung ersetzt wurden. Die Ablesung geschieht jetzt durch schwach vergrössernde Mikroskope, während früher Lupen vorhanden waren.

Eine sehr wesentliche Verschiedenheit in der Konstruktion zeigt der Träger für die Achatlager. Während bei der üblichen Konstruktion die Achatlager vom Vertikalkreise ganz getrennt sind, hat Herr Wild eine feste Verbindung zwischen diesen wichtigen Bestandtheilen des Inklinatoriums herstellen lassen, wodurch jede Verschiebung derselben gegen einander unmöglich ist.

Mit der oben erwähnten Messingplatte, welche an dem die Glasplatte durchsetzenden und den Vertikalkreis tragenden Bolzen sitzt, ist ein durch Schrauben in seitlichem und vertikalem Sinne justirbares starkes Messingstück verbunden; dasselbe trägt auf der oberen Kopffläche einen aussen konischen Ring, dessen obere Kante an zwei gegenüber auf einem der Gehäusezylinderaxe parallelen Durchmesser liegenden Stellen mit den als Lager für die Nadelaxen dienenden Achatschneiden versehen ist. Die freie Fläche des Messingstückes ist mit einer vertikalen Führung von viertelzylindrischem Querschnitt versehen, in welcher ein Schlitten vertikal beweglich ist, der am oberen Ende einen zweiten durch den erwähnten festen Ring hindurchgehenden und um 180 Grad um seine Axe verdrehbaren Ring trägt. Dieser Ring besteht aus zwei in einander gepassten Theilen, von denen der obere vermittels einer Zahnung an seinem Rande und einer seitlich aus dem Gehäuse herausragenden Stange mit Getriebe um 180° gedreht werden kann, so dass die an seinem oberen Rande vorn und hinten befestigten Y-förmigen Pfannen zum Fassen der dicken Zapfen der Nadeln und Abheben der dünneren Theile derselben von den Achatschneiden, ihre Lage vertauschen. Das Heben und Senken der Arretirungsvorrichtung geschieht mittels einer zweiten aus dem Gehäuse herausragenden Stange, welche einen Keil in einem Ausschnitte des Schlittens verschiebt. Nur wenn bei der Hebung der Arretirungsstuhl die höchste Lage erreicht hat, und die Nadelaxen von den Achatlagern gehoben sind, kann der die Y-förmigen Pfannen tragende Ring durch die zweite Stange gedreht werden. In einer tieferen Lage greift das Getriebe nicht ein, und es kann durch ein Drehen der Getriebestange aus Versehen der Stuhl nicht mitgedreht werden, wodurch eine Beschädigung der Nadelaxen ausgeschlossen ist. Durch diese Konstruktion der Lager ist aber die Bewegung der Nadel auf einen Winkel von etwa ± 22° von der Vertikalen beschränkt, so dass man bei kleinen Inklinationen mit einem solchen Instrumente keine Messung ausführen kann.

Man kann zwar bei Beobachtungen der Inklination in einem Azimut α noch Inklinationen bis 45° messen, muss aber dann das Azimuth sehr genau ermitteln, wie dies aus der Gleichung:

$$\tang J = \tang J_1 \cos \alpha$$

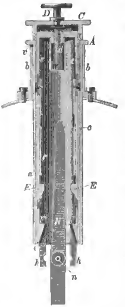
leicht gezeigt werden kann. Für kleinere Inklinationswerthe wird man die Einrichtung nicht brauchen können, obwohl auch für diese Messungen sich eine zweckmässige Einrichtung herstellen lassen würde.

Die Nivellirung des Instrumentes erfolgt nach einer im Gehäuse am Boden angebrachte Libelle.

Vertikal über der Mitte der Achatlager ist die Messingwand des Gehäuses durch-

bohrt und in diese Oeffnung ein vertikaler aufgeschnittener Zylinder eingesenkt, der oben durch einen Deckel geschlossen werden kann. In diesen Zylinder lässt sich eine Röhre einschieben, welche eine Zange zum Einlegen und Herausnehmen der Nadel enthält, sowie als Halter der Nadel beim Magnetisiren derselben verwendet wird.

Da diese Einrichtung ganz neu und für die Unveränderlichkeit der Inklinationsnadel von grösster Bedeutung ist, so will ich sie näher beschreiben. In der nebenstehenden Figur stellt *a* die äussere zylindrische Röhre vor, die am oberen Ende einen Ansatz *A* hat, mit welchem sie auf den Rand des aufgeschlitzten Rohres *b* ruht. Beim Einschieben der Röhre *a* in das Rohr *b* fällt eine an der ersteren angebrachte Nase *v* in einen passenden Ausschnitt des letzteren und giebt dadurch der Röhre eine bestimmte Lage zum Gehäuse des Inklinatoriums. In die Röhre *a* lässt sich eine zweite genau eingepasste Röhre *c* einschieben, die durch eine aufgeschraubte Fassung *C* auf dem Rande der äusseren aufliegt, in welcher Stellung die unteren Kanten von *a* und *c* zusammenfallen. Fasst man an *C* und hält *A* fest oder klemmt das Rohr *b*, so lässt sich die Röhre *c* aus *a* herausziehen, wobei durch eine Nuth in der äusseren und einen in dieser gleitenden Stift der inneren eine Drehung vermieden wird. Damit die innere Röhre *c* nicht ganz herausgezogen werden kann, fällt, wenn sie eine bestimmte Höhe erreicht hat, eine Feder ein und verhindert jede weitere Hinausschiebung. Mittels der Kopfschraube *D* ist im Innern der Röhre *c* eine dritte Röhre *e* verschieblich, welche nahe ihrem Ende die Nasen *E* mit abgeschrägten Endflächen trägt. Diese schiefen Flächen berühren entsprechend geneigte Flächen zweier seitlicher Federn *f*, die an der Rohrwendung *c* festgeschraubt sind und am unteren Ende bei *F* mit Leder gefütterte Backen und beiderseits an diese angeschraubte vergoldete Haken *h* besitzen. Dreht man den Kopf *D* entgegen der Bewegung eines Uhrzeigers, so schiebt die Schraube *d* die Röhre *e* herunter und die Nasen *E* biegen dann die Federn *f* und damit die Backen *F* gegen die Axe der Röhre hin, bis sie die dort befindliche Magnetnadel *N* wie eine Zange fassen, wobei ausserdem die Haken *h* sich beiderseits um den dickeren Theil der Nadelaxe *n* legen. Hierdurch wird ein Herausfallen der Nadel aus der Zange in dem Falle verhütet, wo man die Backen *F* nicht genügend an die Nadel angepresst hätte. Die Backen *F* besitzen übrigens in ihrer Mitte den Kanten der Nadel angepasste Rinnen, wodurch ihr beim Fassen eine ganz bestimmte Lage in der Zange gesichert wird.



Die Dimensionen sind so bemessen, dass die in das Gehäuse von oben eingesetzte Zange mit dem Haken *h* die Axe *n* und mit den Backen *F* die Seiten der Nadel beim Zudrehen eben richtig fasst, wenn die Nadel durch die Arretirung in die höchste Lage gebracht ist; dass sie dabei vertikal stehen, also die Ebene der Nadel senkrecht gegen den magnetischen Meridian gestellt sein muss, ist wohl selbstverständlich. Hat man die Nadel mit der Zange gefasst, so wird die Röhre *c* aus der Röhre *a* bis zur früher erwähnten Grenze herausgezogen, welche Grenze so bemessen ist, dass der ganze untere Theil der Nadel in die Röhre *a* eintritt. Löst man die Klemmschraube, welche das Rohr *b* klemmt, so lässt sich die ganze Vorrichtung sammt der eingeschlossenen Nadel herausziehen, ohne dass man befürchten müsste, die Nadel durch Anstossen zu beschädigen. Die Röhre *a* kann am unteren Theile noch durch einen Deckel geschlossen werden, um die Nadel vor Staub zu schützen.

Soll die Nadel unmagnetisirt werden, so wird die Röhre *a* in eine zweite passende Röhre eingeschoben, wobei durch einen seitlichen Stift an der Röhre *a* und

einen Schlitz in der neuen Röhre der ersteren immer dieselbe Lage in der Umhüllungsröhre gesichert ist, und durch Anschlagen des Stiftes am Ende des Schlitzes das Einschieben immer bis zur selben Stelle erfolgen kann. Drückt man die Feder, welche beim Herausziehen der Röhre *c* aus *a* umfiel, nieder, und schiebt *e* so weit, dass *C* auf *A* anstösst, dann ist die Nadel so weit vorgeschoben worden, dass ihre Axe in der Mitte der Umhüllungsröhre durch angebrachte Oeffnungen, die mit Glimmerblättchen geschlossen sind, gesehen werden kann. Von der anderen Seite der Umhüllungsröhre wird schon vorher eine ganz gleiche Röhrenzange eingeführt, wobei Schlitz und Stift so angeordnet sind, dass die Backen und Zangen denen der ersteren parallel zu liegen kommen, und die Magnetnadel, von der letzteren gefasst gedacht, genau an dieselbe Stelle der Umhüllungsröhre zu liegen käme. Damit beim Einschieben der Röhre *c* in *a* die erste Zange nicht an die Backen und Haken der zweiten anstosse, müssen dieselben selbstverständlich geöffnet sein, d. h. die in der Figur angedeutete Lage haben, und ausserdem müssen die Haken der zweiten Zange beiderseits näher der Nadel oder weiter von ihr abstehen als die der ersten, damit sie an einander vorbeigehen können.

Wenn die beiden Zangen in die Umhüllungsröhre eingeschlossen sind, so stellen sie eine ganz geschlossene Röhre von symmetrischer Form dar, in deren Axe die Magnetnadel ebenfalls in symmetrischer Stellung zu den Enden der umhüllenden Röhre liegt. Zum Ummagnetisiren der Nadel wird nun dieses Röhrensystem in eine auf einen Kupferzylinder gewickelte Drahtspirale eingeschoben, deren innerer Durchmesser nur wenig grösser ist als jener der Scheibe *C* der Zangen, und deren Länge so bemessen ist, dass sie das Röhrensystem nahe von der Scheibe *A* der einen Zange bis zu derjenigen der anderen umschliesst. Der etwa 5 *mm* dicke Kupferdraht ist in vier Lagen von je 60 Windungen aufgewickelt. Durch Verbindung der Enden dieser Spirale mittels kurzer Drähte mit den Polen zweier hinter einander geschalteter, mässig grosser, gut geladener Akkumulatoren, erhält man einen Strom von 17 bis 19 *Ampere,* der bei einem nur 30 Sekunden dauernden Schluss die Nadel nahezu bis zur Sättigung magnetisirt.

Hat man die Nadel ummagnetisirt, so kann sie offenbar nicht mit derselben Zange, mit der man sie herausgehoben hat, wieder eingeschoben werden, weil die Konstruktion der Axenlage ein Durchschlagen der Nadel nicht gestattet. Zu diesem Zwecke ist eben die zweite Zange eingeschoben worden. Man hat nun an dem Kopf dieser zweiten Zange zu drehen, bis die Nadel gefasst wird, die erste aber zu lüften, so dass nach dieser Operation die zweite Zange mit der in ihr festsitzenden Nadel herausgezogen werden kann. Zieht man noch die Röhre *c* der zweiten Zange aus derjenigen *a* heraus, bis die Feder einfällt, so befindet sich die ganze Nadel in *a* und kommt, beim Einschieben der Röhre *a* in das Rohr *b* und der Röhre *c* in *a*, mit dem dicken Theil der Zapfen eben auf die Einschnitte der Arretirung. Beim Lösen der Zange legt sich die Nadel ganz sanft auf die Einschnitte, worauf man die Zange entfernt und das Rohr *b* mit einem Deckel schliesst.

Bei Anwendung der beschriebenen Vorrichtung braucht also die Magnetnadel nur dann mit den (behandschuhten) Händen angefasst zu werden, wenn man sie aus ihrem Etui in die Zange einlegen oder aus dieser wieder in das Etui hineinbringen will.

Die Nadeln, aus naturhartem Wolfram-Stahl der Gebrüder Böbler hergestellt und glashart gemacht, haben eine Länge von 265 *mm*, eine Breite von 10 *mm* in der Mitte und 6 *mm* von den Spitzen entfernt noch von 6 *mm*, die Dicke beträgt überall 0,8 *mm*. Das Gewicht beträgt 16 *g*. Die schwächsten Theile der Axen, 3,5 *mm* lang, haben eine Dicke von 0,428 *mm*; darauf folgen 1,7 *mm* lange und 1,7 *mm* dicke ebenfalls noch hochglänzend polirte Zapfentheile und endlich die eigentliche 26,6 *mm* lange und 3 *mm* dicke Axe, die in eine 10 *mm* breite Messingscheibe eingeschraubt ist und vermittels dieser nach Durchstecken durch die Oeffnung in der Mitte der Nadel durch zwei Schräubchen mit derselben fest verbunden werden kann. Die Einstellung der Mikroskope geschieht auf kleine, 17,5 *mm* von den Spitzen entfernte Löcher.

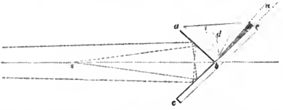
Die nächsten Theile der Abhandlung sind der Justirung des Instrumentes und der Beschreibung der Beobachtungsmethode gewidmet. *J. Liznar.*

Ein einfacher Interferenzversuch.

Von **Albert A. Michelsen.** *Amer. Journ. III. 39. S. 216. 1890.*

Zur Ausführung des Fresnel'schen Spiegelversuches ist nach Ansicht des Verfassers nicht nur ein kostspieliger Apparat, sondern auch ein leidlich geschickter Experimentator nöthig. Bei Anwendung des Biprismas ist die Anordnung freilich minder schwierig; aber hier ist das Phänomen durch die Dispersion im Glase komplizirt, und ausserdem lässt sich die Breite der Streifen nicht durch Aenderung des Winkels variiren. Bei der fundamentalen Wichtigkeit des Versuches für die Wellentheorie des Lichtes empfiehlt der Verfasser deshalb für Demonstrationen folgende einfache Methode, zwei Lichtbüschel zur Interferenz zu bringen.

Auf den Kathetenflächen eines rechtwinkligen Holzprismas *d* (s. Fig.) werden mittels Klebwachses zwei plane Glasplatten *ab* und *cbc* derartig geklebt, dass Winkel *abc* etwas kleiner als ein Rechter ist. Die dem Holzprisma zugewandte Seite von *cc* und die von ihm abgewandte Seite von *ab* sollen versilbert sein. Auf die versilberten Flächen lässt man die Strahlen einer sehr (etwa 100 *m*) entfernten



Bogenlampe fallen, die natürlich keine diffus zerstreuende Glocke haben darf. Dann werden die von *ab* und die von *bc* reflektirten Strahlen interferiren, und der Beobachter wird (etwa 1 *m* von den Spiegeln entfernt) eine Reihe feiner Interferenzstreifen sehen, die der Schnittlinie der versilberten Flächen parallel sind. Die Justirung der Glasplatten kann man dadurch bewirken, dass man die beiden Bilder eines entfernten gespiegelten Gegenstandes nahezu zur Koinzidenz bringt.

Nimmt man die Lichtquellen unendlich fern an, und beträgt der Winkel der versilberten Flächen $90 - \alpha°$, so ist, wenn λ die Wellenlänge des Lichtes ist, die Breite der Streifen $\lambda/4\ \alpha$. *E. Br.*

Neu erschienene Bücher.

Bibliotheca polytechnica. Repertorium der gesammten deutschen, französischen und englischen technischen Literatur, einschliesslich ihrer Beziehungen zu Gesetzgebung, Hygiene und öffentlichem Leben. Herausgegeben von F. von Szczepanski. 1. Jahrgang. Fr. L. Herbig, Leipzig. M. 2,00.

Das 80 Seiten starke Werkchen giebt eine nach alphabetisch folgenden Rubriken geordnete Uebersicht der deutschen, französischen und englischen technischen Literatur der neuesten Zeit, der Fachzeitschriften, sowie einzelner Werke. Das Buch ist als erster Jahrgang bezeichnet und es ist daher wohl jährliches Erscheinen beabsichtigt. Die Anlage des Werkes ist im Prinzipe zu loben, doch ist die Durcharbeitung noch sehr unvollkommen. Ref. hat diejenigen Rubriken durchgesehen, welche die Leser dieser Zeitschrift interessiren dürften und dabei u. A. gefunden, dass die praktische Optik ganz unberücksichtigt geblieben ist; unter „Mechanik" finden sich analytische Mechanik, praktische Mechanik und Maschinentechnik bunt durcheinander gemischt; in der Rubrik „Instrumente" sind hintereinander aufgeführt: „Zeitschrift für Instrumentenbau, offizielles Organ der Berufsgenossenschaft der Musikinstrumentenindustrie" und die „Zeitschrift für Instrumentenkunde". Die Einreihung der einzelnen Werke in die Rubriken scheint mechanisch nach dem Titel geschehen zu sein, ohne dass der Inhalt Berücksichtigung gefunden hat. Soll das Werk sich daher Eingang verschaffen, so wird bei den folgenden Jahrgängen eine wesentlich gründlichere Durcharbeitung geboten sein. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Der im vorjährigen Mechanikertage zu Bremen gewählte Vorstand hielt am 15. März in den Räumen der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg eine Sitzung ab. Anwesend waren von den auswärtigen Mitgliedern die Herren E. Hartmann-Frankfurt a. M., Dr. H. Krüss-Hamburg, Dr. A. Steinbeil-München und W. Petzold-Leipzig, von den Berliner Mitgliedern die Herren Direktor Dr. L. Loewenherz und Dr. A. Westphal, sowie der Geschäftsführer der Gesellschaft Herr Dr. E. Brodhun.

Aus den Berichten über den bisherigen Gang der Organisationsthätigkeit sei die erfreuliche Thatsache hervorgehoben, dass sich in Leipzig unter dem Vorsitze des Herrn Petzold ein Zweigverein gebildet hat. In Frankfurt a. M. ist die Bildung eines Zweigvereins zu erwarten.

Die Berathungen über die Herausgabe des *Vereinsblattes* sind zur Veröffentlichung noch nicht reif, da die Verhandlungen noch schweben.

Es wurde beschlossen, den diesjährigen Mechanikertag in der Zeit vom 12. bis 14. August in Frankfurt a. M. abzuhalten. An den Mechanikertag werden sich unmittelbar die Verhandlungen des internationalen Elektrikerkongresses anschliessen. Eine Sonderausstellung von Materialien, Halbfabrikaten, Werkzeugen und Bedarfsartikeln aller Art für Mechaniker, Optiker und Elektrotechniker wird innerhalb der grossen internationalen Ausstellung in der Zeit der Berathungen beider Körperschaften stattfinden. Betreffs der Tagesordnung des Mechanikertages wurde beschlossen, neben den Berathungen über die schwebenden Fragen das Hauptgewicht auf Verhandlungen über wichtige technische Angelegenheiten zu legen. Die endgiltige Entschliessung über die Tagesordnung wurde weiteren Berathungen vorbehalten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Sitzung vom 21. Februar 1891. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Holborn sprach „über das Härten von Stahlmagneten." (Ueber den Inhalt des Vortrages vgl. die Abhandlung an der Spitze *dieses* Heftes.)

Sitzung vom 17. März 1891. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Direktor Schultz-Hencke gab an der Hand erläuternder Experimente eine Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Photographie und sprach über ihre neuesten Errungenschaften. Der Vortrag erregte das lebhafte Interesse der Versammlung; von einer Wiedergabe des Inhaltes desselben in dieser Zeitschrift muss jedoch abgesehen werden.

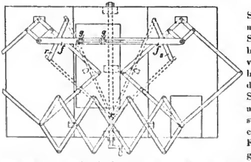
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Maass- und Zeichenwinkel, insbesondere zum Aufzeichnen der Abwicklungsfiguren konischer Körper dienlich. Von Schumacher & Stahl in Berlin. Nr. 52767 vom 22. Januar 1890. Kl. 42.

Der zum Gebrauch für Arbeiter, Handwerker u. s. w. bestimmte Maass- und Zeichenwinkel besteht aus einer Winkelschmiege mit einem festen und einem beweglichen Schenkel und einer Bogenskale. Die Theilung der letzteren giebt für eine beliebige Anzahl Stellungen des beweglichen Schenkels Verhältnisszahlen an, mit Hilfe deren die zum Aufzeichnen der Abwicklungsfiguren kegelförmiger Körper erforderlichen Radien in einfacher Weise berechnet werden können. Beim Gebrauch wird diese Schmiege an einem Modell oder auf der Zeichnung dem Kegelwinkel entsprechend eingestellt; hierauf weist ein Zeiger auf diejenige der erwähnten Zahlen, welche im gegebenen Falle anzuwenden ist.

Mit Ausrückvorrichtung versehener Pantograph zur Vervielfältigung von Zeichnungen und Mustern. Von G. Kleditz in Bielefeld. Nr. 53259 vom 30. Mai 1889. Kl. 42.



Dieser Pantograph besteht aus zwei Storchschnäbeln, welche mittels zweier um feste Punkte drehbaren Nürnberger Scheeren derart verbunden sind, dass beide dieselbe Bewegung machen. Ein von den Storchschnäbeln bewegter Querbalken *f* trägt eine Anzahl Gravirstifte *g*, die durch ihr eigenes Gewicht mit ihrer Spitze auf die zu gravirende Schablone aufgedrückt werden. Um die Gravirstifte auszurücken, bewegt man durch einen in der Zeichnung nicht dargestellten Fusstritt, welcher in dem Punkt *x* angreift, das unter dem Tisch angebrachte Hebelwerk, wodurch mittels der Verbindungsstangen *r*, *s* der Querbalken *f* in die Höhe gehoben und damit die Gravirstifte von der Schablone abgehoben werden.

Vorrichtung zum Schliessen und Unterbrechen von Stromkreisen für elektrische Klingeln. Von W. Snelgrove in Kings-Norton, Worcestershire, England. Nr. 52551 vom 15. Juni 1889. Kl. 74.

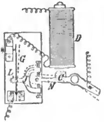


Fig. 1.

Bei dieser Vorrichtung wird das Schliessen und Unterbrechen des Stromkreises durch ein gabelartig gestaltetes Zwischenglied *J* bewirkt, welches durch den Ankerhebel *N* des Elektromagneten *D* bewegt wird. Dasselbe schliesst und öffnet den Stromkreis entweder durch Vermittlung eines mit ihm verbundenen Exenters *L* und einer Kontaktfeder *G* (Fig. 1) oder unmittelbar (Fig. 2). Durch diese Anordnung wird bezweckt, dass die einzelnen Schläge in längeren Zwischenräumen erfolgen. Der Anker *C* kann, wie Fig. 3 zeigt, parallel gegen die Pole *O* und *P* des Elektromagneten *D* geführt werden. Derselbe wird alsdann auf zwei drehbaren Hebeln *b* gelagert.

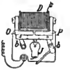


Fig. 3.

Die Regelung der Unterbrechungsdauer kann auch vermittels einer in einem verstellbaren Rohr laufenden Kugel bewirkt werden, welche von dem Zwischenglied hochgetrieben wird und während ihrer Steig- und Falldauer den Stromkreis offen hält.

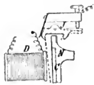
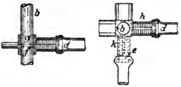


Fig. 2.

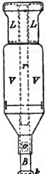
Phonograph mit Einrichtung zum elektrischen Fernsprechen. Von World-Telegraphone-Company in Washington, D. C., V. St. A. Nr. 53617 vom 4. September 1889. Kl. 42.

Diese Einrichtung bezweckt die Erzeugung phonographischer Schrift an entferntem Ort. Zu diesem Behuf steht die abtastende Spitze durch mikrophonischen Kontakt mit einer nach oben wirkenden, die Hörmembran beeinflussenden Spitze in Verbindung. Daneben ist das Schreibwerk angeordnet, bestehend aus einem Telephonmagneten, welcher die eiserne Hörmembran beeinflusst, die ihrerseits den aufzeichnenden Stichel in Bewegung setzt. Zum Fernsprechen werden mehrere Phonographen dieser Konstruktion derart angeordnet, dass die Schwingungen der Membran des an der Sendestation aufgestellten Phonographen auf den Zylinder aufgezeichnet und durch einen über diese Wellenlinie schleifenden, mit dem Kohlenkontakt des Mikrophons verbundenen Stift auf letzteres übertragen werden. In Folge dessen werden in die Leitung Induktionsströme entsendet, und es wird die Membran des an der Empfangsstation aufgestellten Phonographen bethätigt, deren Stichel wieder Wellenlinien auf dem Zylinder erzeugt, die zu beliebiger Zeit durch den Stift des Mikrophons als Schwingungen auf die mit dem Kohlenkontakt des Mikrophons verbundene Hörmembran übertragen werden können.

Vorrichtung zur Erzeugung von Magnesiumlicht. Von J. Köst in Frankfurt a. M. Nr. 54182 vom 2. März 1890. Kl. 57.



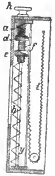
Der das Magnesiumlicht enthaltende, an einem Stativ befestigte Hohlzylinder *b* ist mit zwei Schiebern *g* und *f* versehen, welche mittels pneumatischer Kolben *d* und *e* derart nacheinander geöffnet und geschlossen werden, dass das zwischen die beiden Schieber gelangte Magnesiumpulver in eine unter dem Rohr *b* angeordnete Flamme fällt. Die Zylinder *h* und *k* stehen mit Gummibirnen in Verbindung.



Vorrichtung zur Erzeugung von Magnesiumlicht. Von R. Blänsdorf Nachfolger in Frankfurt a. M. Nr. 54184 vom 15. März 1890. Kl. 57.

Der Behälter *V* für das Magnesiumpulver ist unter dem Brennstoffbehälter *L* angeordnet. Durch beide ist ein Rohr *r* geführt, auf welchem sich ein mit Oeffnung *o* versehenes Rohr *B* verschieben lässt. Durch Verschieben des Rohres *B* nach oben wird das Innere desselben mit dem Behälter *V* durch Oeffnung *o* in Verbindung gesetzt. In der in der Figur gezeichneten Stellung des Rohres *B* ist dasselbe von dem Behälter *V* abgeschlossen, so dass durch eine mit dem Ansatz *k* verbundene Luftdruckvorrichtung das in dem Rohre *B* enthaltene Pulver in die Flamme geschleudert wird.

Jalousieverschluss für photographische Kamera. Von O. Anschütz in Lissa, Posen. Nr. 54285 vom 19. März 1890. Kl. 57. (II. Zusatz-Patent zu Nr. 49919 vom 27. November 1888.)



Die Rollenjalousie ist durch eine aus zwei blasebalgähnlich zusammenlegbaren Theilen *a* und *b* bestehende Gleitjalousie ersetzt. Zur Regulirung der Expositionszeit bezw. der Schlitzweite zwischen den Jalousietheilen sind die mit letzteren verbundenen Gleitstangen *d* und *e* auf den mit Schraubengewinden versehenen Hülsen *f* verschiebbar. Die Verschiebung wird durch Drehen der Stangen *y* mittels der Knöpfe *h* bewirkt. Die Hülsen *f* sind auf den Stangen *y* derart angeordnet, dass sie sich auf letzteren verschieben, aber nicht drehen können.

Eine Aenderung der Expositionszeit kann auch durch stärkeres oder schwächeres Anspannen der die Bewegung der Jalousie bewirkenden Feder *i* herbeigeführt werden, wodurch der Schlitz mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit vor der Platte vorbeigeführt wird.

Zeichengeräth zur Bestimmung der Eckpunkte regelmässiger Vierecke. Von M. Gerken in Kaiserslautern, Pfalz. Nr. 54010 vom 3. November 1889. Kl. 42.

Das Zeichengeräth besitzt einen Theilungsring, der durch Einschnitte oder Löcher oder Oesen oder Einkerbungen gebildete Führungen hat. Man kann damit Winkel und Vielecke bestimmen, indem in diese Führungen nach der Axe zu Theilschienen gelegt werden. Der Theilungsring kann als sogenannte Nuss (Herzstück) derart ausgebildet sein; dass die in die Löcher oder Einschnitte eingeschobenen Theilschienen strahlenförmig nach aussen weisen.

Apparat zur Messung von Zug- und Druckkräften. Von W. Druckenbrodt in Schöneberg bei Berlin. Nr. 54290 vom 13. Februar 1890. Kl. 42. (Zusatz zu Nr. 52187 vom 28. August 1890.)

Die den Kolben bildende Platte kann auch mit dem Zylinder oder dem Stabe, der sich bei der Belastung ausdehnt, fest verbunden sein. Sie erleidet dann bei der Messung eine elastische Durchbiegung, während im Uebrigen die Wirkung unverändert bleibt.

Kurvenmessrädchen. Von E. Findeisen in Crailsheim. Nr. 54835 vom 26. April 1890. Kl. 42.

Das Messrädchen selbst ist an einer in einem Rohr gelagerten Welle befestigt, welche behufs Zählung der Räderumdrehungen mit einer festsitzenden Scheibe versehen ist. Auf deren Umfang schleift eine einstellbare Feder, die nach jeder Vollendung einer Umdrehung in eine Einsenkung des Scheibenumfanges mit hörbarem Schlag einfällt.

Reissfeder mit konischer Hülse, welche gleichzeitig als Stell- und als Schutzhülse dient. Von Joh. Böhm in Nürnberg. Nr. 53954. Vom 29. April 1890. Kl. 42.

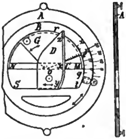


Der auf der Hülse H aufgeschraubte Hohlkegel K dient in der Gebrauchslage zur Einstellung der Federschenkel auf eine gewünschte Stichdicke und in der Ruhelage als Schutzhülse für die in H verschiebbare Feder R.

Geräth zur zeichnerischen Uebertragung tachymetrischer Messungen. Von Ch. Plat in Tunis. Nr. 53942. Vom 8. August 1889. Kl. 42.

Das Geräth dient zur Bestimmung von $l \cos^2 a$ und der Höhenunterschiede. Es besteht aus einem Ring A mit einer in ihm drehbaren Kreisscheibe B, in deren halbkreisförmigen Ausschnitt MrN der Sektor G drehbar angeordnet ist, und auf welcher der verschiebbare Anschlagwinkel D aufliegt, dessen Kante zxy senkrecht zum Durchmesser MN steht.

Die Theilung zwischen dem Kreis B und dem Sektor entspricht der Gleichung $\cos \omega = \cos^2 a$, d. h. wenn ω der wirkliche Winkel ist, den die Schiene MN und die Kante oe des Sektors einschliessen, so zeigt die Zeigermarke des Sektors auf der Theilung des Kreises B den Neigungswinkel a des Tacheometers, dessen $\cos^2$ gleich dem Kosinus des Winkels ω ist.



Stellt man, nachdem das Instrument auf die Zeichnung passend aufgesetzt und B gegenüber A dem Horizontalwinkel entsprechend eingestellt ist, den Sektor so, dass ein Zeiger an der Theilung von B auf den Winkel a weist, und den Anschlagwinkel D derart, dass seine Kante zxy auf der Theilung oe die Grösse $200\,l$ ($200 =$ Distanzmesserkonstante) anzeigt, so ist der Abstand

$$oC = 200\,l \cos^2 a.$$

Hat man so den wagerechten Abstand des beobachteten Punktes bestimmt, so kann man auch den Höhenunterschied finden. Es genügt zu dem Zweck, den Sektor G so zu drehen, dass der Winkel Moe dem Neigungswinkel des Tacheometers gleich wird. Dann stellt, wenn der Anschlagwinkel D unterdessen nicht verschoben wurde, der Theil der Kante yz, welcher zwischen der Linie oM und oe liegt, diesen Unterschied dar. Um eine solche Einstellung des Sektors G möglich zu machen, ist zwischen B und G noch eine Gradtheilung und ein Zeigerstrich anzubringen.

Ellipsenzeichner. Von K. Eguér in Stockholm. Nr. 53636. Vom 12. April 1890. Kl. 42.

Das eine Ende eines Fadens wird auf der Rolle k der drehbaren Handhabe befestigt, das andere Ende durch die Oese h, das Loch g in der Schraube f und durch das Auge b geführt, ausserhalb dessen es eine Schlinge bildet, worauf es dann durch das Auge b wieder zurückgeführt und befestigt wird. Diese Befestigung kann z. B. in dem Loch n erfolgen, das zum Festhalten des Zeichenstiftes dient. In die Brennpunkte der Ellipse werden die durch Fig. 2 dargestellten Nägel gebracht und um den dünnen Schaft derselben die ausserhalb des Auges b befindliche Schlinge des Fadens gelegt. Dann wird das eine Ende des Fadens durch Drehung der Handhabe so lange aufgewickelt, bis der Zeichenstift über einen gegebenen Punkt der zu zeichnenden Ellipse steht. Die Schraubenmutter e, bis an die Endfläche des Querstückes angeschraubt, verhindert beim Zeichnen das Lockerwerden des Fadens im Loche g. Die Grösse der Schlinge bleibt demnach unverändert und die Ellipse kann in gewöhnlicher Weise gezeichnet werden, indem man den Zeichenstift längs dem um die Brennpunkte gespannten Faden führt. Die mit einem runden, glatten Kopf versehene Stange o dient dem Geräth beim Zeichnen als Stütze.

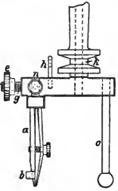
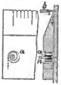


Fig. 1.



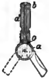
Fig. 2.

Gekerbter Zeichenmaassstab mit Schutzvorrichtung gegen Lagenänderungen beim Abstechen. Von F. Stock in Berlin. Nr. 53503 vom 1. Januar 1890. Kl. 42.



In einer Aussparung im Maassstabende ist eine platte Feder a eingesprengt, deren freies Ende zu einer Hülse zusammengerollt ist. Durch diese Hülse führt man eine Befestigungsnadel n. Der Maassstab wird nun dem Seitenschub einer Abstecknadelspitze b weichen, doch wird die Feder an der Befestigungsnadel n ihn immer wieder in seine Anfangslage zurückdrücken, sobald die Abstecknadel wieder zurückgezogen ist.

Zirkel mit einem die mittlere Stellung zu den Zirkelschenkeln unverändert beibehaltende Griff. Von Joh. Chr. Lotter in Nürnberg. Nr. 53054 vom 9. März 1890. Kl. 42.



Der Griff d des Zirkels wird dadurch beständig gerade stehend erhalten, dass durch ihn die Axe eines Triebrädchens o geführt ist, welches mit Verzahnungen der beiden Gelenktheile a gleichzeitig im Eingriff steht. Das sonst zuweilen nöthige Geraderichten des Griffes solcher Zirkel wird demnach entbehrlich.

Durch Drehen der genannten Axe mittels des Knopfes b kann der Zirkel geöffnet oder geschlossen werden.

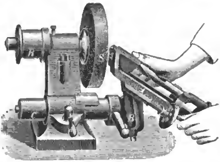
Lehrmittel für darstellende Geometrie. Von Ch. E. Armengaud Ainé in Paris. Nr. 52855 vom 22. Mai 1889. Kl. 42.

Um verschiedene Lagen von Graden gegen zwei Projektionsebenen zu unmittelbarer Anschauung zu bringen, werden elastisch dehnbare Fäden mit an ihren Enden angebrachten Haken in siebartig gelochte Platten eingehängt, welche die Projektionsebenen darstellen.

Für die Werkstatt.

Schleifmaschine für Spiralbohrer. *Engineering. 50. S. 674. (1890.)*

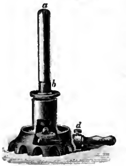
Das Schleifen der sogenannten amerikanischen Bohrer mit Spiralnuth erfordert grosse Sorgfalt und ist ohne eine Vorrichtung nicht leicht auszuführen, wenn die vorzüglichen Eigenschaften dieser Bohrer nicht verloren gehen sollen. Zur Erleichterung dieser Arbeit und zur Erzielung eines richtigen guten Schliffes ist von I. W. Philipps (London E.C., College Hill 23), die nebenstehend dargestellte einfache und gut wirkende Schleifmaschine konstruirt und eingeführt worden. Dieselbe besteht aus einer in konischem Lager laufenden und von der Riemenscheibe R betriebenen Spindel, auf welcher eine Schmirgelscheibe S befestigt ist. Im Gestell unterhalb und parallel zur Spindel verschiebbar und mittels der Griffschraube d feststellbar ist der zylindrische Halter C angeordnet, an dessen rechtem Ende ein Kopf mit einer Buchse B aufgesetzt ist. In dieser Buchse ist eine Axe drehbar, die an ihrem oberen Ende einen Halter mit Schlitten trägt, welch letzterer mittels einer Schraube eingestellt werden kann. Der Schlitten trägt Y-förmige Lager, in welche die zu schleifenden Bohrer eingelegt und mit dem Daumen niedergedrückt werden. Die richtige Stellung der unteren zu schärfenden Schneide wird durch



Anlegen der Spiralnuth an eine passend geformte Lehre g erzielt. In dieser Stellung des Bohrers wird der Schlitten mittels seiner Schraube vorgeschoben und der Schliff der ersten Schneide durch Drehen des Halters um die in B gehende Axe bewirkt. Der Schliff der zweiten Schneide erfolgt in derselben Weise nach Drehung des Bohrers um seine Axe um 180°, so dass nun die Fläche der zweiten Spiralnuth sich gegen die Lehre g legt. In Folge der Drehbarkeit des Zylinders C kann man jedesmal andere Stellen der Schmirgelscheibe benutzen und ihre Fläche auf diese Weise gut und eben erhalten. *P.*

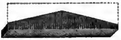
Neuer Gasbrenner. *Ztschr. f. analyt. Chemie* **29.** *S.* 577. (*1890.*)

Der nebenstehend dargestellte, von C. Meissner in Leipzig, Arndtstr. 25, konstruirte Brenner unterscheidet sich durch die Art der Gaszuführung, der Luftregulirung und der Form der Brennermündung von den üblichen Bunsenbrennern. Die Gaszuführung erfolgt durch das im Innern des hohlen Fusses befindliche Rohr mit Tellerscheibe *c*; die Menge der zum Gase tretenden Luft wird durch Verstellung des mit Gewinde versehenen Brennerrohres regulirt, welches mittels der Mutter *b* festgestellt werden kann. Die obere Oeffnung ist sternförmig gezackt, wodurch erzielt wird, dass die Flamme ganz klein gestellt werden kann, ohne durchzuschlagen, während sie sich bei vollem Gasdruck doch gut entwickelt. Nach Lösung der Schraube *d* kann das Schlauchstück mit dem Gasrohr behufs leichter Reinigung aus dem Gestell entfernt werden. Der wesentlichste Vorzug dieses Brenners gegenüber anderen Einlochbrennern soll darin liegen, dass überkochende Flüssigkeiten, die in den Brenner gelangen, die Gaszuführung nicht verstopfen, sondern frei abfliessen können. *P.*



Spannvorrichtung für Keile.

Um keilförmige Werkstücke bequem im Schraubstock festspannen zu können, bedient man sich einer Hilfsbacke mit gerader Greiffläche, welche nach der Mitte der hinteren Fläche zu stärker wird (s. Fig.) und in der Mitte einen senkrechten Buckel bildet, mit welchem sie sich gegen die Mitte der Backenfläche des Schraubstockes stützt. Die Hilfsbacke kann sich somit in horizontalem Sinne etwas drehen und sich nach dem Keilwinkel des zu spannenden Stückes einstellen. Die Hilfsbacke wird entweder durch ein auf ihrer oberen Fläche befestigtes Blech (in der Figur punktirt angedeutet), welches sich auf die obere Kante der Schraubstockbacke stützt oder durch einen Stift gehalten, welcher von der Hilfsbacke nach unten ragt und in die Oeffnung eines besonderen in der Schraubstockbacke befestigten Armes gesteckt wird. Ein kleinerer Schraubstock recht gefälliger Form mit der letzteren Einrichtung ist im *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatte 1890 S. 440* abgebildet. *P.*



Berichtigung.

In der Abhandlung des Herrn Dr. G. Mayrhofer im Februarheft dieser Zeitschrift sind in der untersten Tafel auf S. 56 einige Zahlen ausgefallen. Es muss heissen:

Metall	Magnet I.	Magnet II.	Magnet III.	Mittel	für $Hg = 1$
Kupfer (neu) . .	6,683	6,733	6,62	6,67	57,50
Aluminium . .	—	—	2,805	2,805	24,18
" . .	2,963	2,905	—	2,934	25,29
Kupfer (alt) . .	2,136	2,094	2,149	2,126	18,33
Zink	1,752	1,763	1,763	1,759	15,17
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Wir bitten hiernach die Tafel berichtigen zu wollen.

Fragekasten.

Wer fertigt Fernrohre für Endoskope nach Nitze?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bis Ende 1890.

Dem nachstehenden Bericht liegt eine dem Reichstage unterbreitete Denkschrift des Herrn Präsidenten der Reichsanstalt vom 13. Dezember 1890 zu Grunde; mit Zustimmung des Letzteren ist dieselbe hier durch einige erläuternde Zusätze erweitert worden.

L. Loewenherz.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt umfasst zwei Abtheilungen. Die Aufgabe der ersten, der physikalischen Abtheilung ist: *Aufgaben der Reichsanstalt.*

Die Ausführung physikalischer Untersuchungen und Messungen, welche in erster Linie die Lösung wissenschaftlicher Probleme von grosser Tragweite und Wichtigkeit in theoretischer oder technischer Richtung bezwecken und einen grösseren Aufwand an instrumentaler Ausrüstung, Materialverbrauch, Arbeitszeit der Beobachter und Rechner erfordern, als der Regel nach von Privatleuten und Unterrichtsanstalten aufgeboten werden kann.

Die Aufgabe der zweiten, der technischen Abtheilung ist:

1. Die Durchführung physikalischer oder physikalisch-technischer Untersuchungen, welche entweder von der vorgesetzten Dienstbehörde angeordnet worden oder geeignet sind, die Präzisionsmechanik und, soviel thunlich, auch andere Zweige der deutschen Technik in ihren Arbeiten zu fördern. Insbesondere kommen in Betracht:
   a) Untersuchungen über die Eigenschaften von Materialien,
   b) Feststellung von Methoden zur Anfertigung von Materialien,
   c) Versuche über die zweckmässigsten Konstruktionen und Methoden zur Anfertigung physikalischer und technischer Messapparate.
2. Die Beglaubigung von Messapparaten und Kontrolinstrumenten, soweit solche nicht in den Bereich der Maass- und Gewichtsordnung fallen; die Feststellung der Theilungsfehler derartiger Instrumente und die Ausstellung der Bescheinigungen über das Ergebniss.
3. Die Anfertigung von Instrumenten und Instrumententheilen, sowie die Ausführung anderer mechanischer Arbeiten für den Bedarf der Reichsanstalt selbst oder für deutsche Staatsanstalten und Behörden, sofern die Beschaffung aus inländischen privaten Werkstätten Schwierigkeiten begegnet.
4. In einzelnen Fällen die Anfertigung von Instrumententheilen für deutsche Gewerbetreibende, sofern die Herstellung in Privatwerkstätten aussergewöhnliche Hilfsmittel erfordert.

Die Arbeiten der ersten Abtheilung sind am 1. Oktober 1887 in gemietheten Räumen und in beschränktem Umfange aufgenommen worden. *Beginn der Arbeiten der ersten Abtheilung.*

Inzwischen sind die für diese Abtheilung bestimmten Dienstgebäude in der Marchstrasse zu Charlottenburg, die aus dem Observatorium, dem Verwaltungsgebäude, dem Wohnhause des Präsidenten und dem Maschinenhause bestehen, fertig gestellt, bis auf den inneren Ausbau und die Ausrüstung des Observatoriums. *Dienstgebäude.*

Der Bau des letzteren ist verhältnissmässig langsam fortgeschritten, weil für grosse Festigkeit und möglichste Sicherheit gegen Erschütterungen gesorgt, andererseits auch eine Menge ungewöhnlicher Einrichtungen getroffen werden mussten, welche Anfertigung neuer Modelle und Prüfung derselben erforderten, abgesehen von einem sehr störenden, *Verzögerung der Fertigstellung.*

längeren Ausstand der Maurer, vorübergehend sehr hoch gesteigerten Steinpreisen und anderen äusseren Hindernissen. Dazu kam, dass in der Frist, die seit der Entwerfung der Baupläne verflossen ist, wesentliche Fortschritte in der Einrichtung wissenschaftlicher Laboratorien, namentlich im Gebiete der Elektrotechnik, gemacht wurden. Aus diesem Grunde unternahm der leitende Baumeister in Begleitung eines Mitgliedes der Anstalt eine grössere Reise nach Wien, München, Paris, Strassburg, Würzburg und Dresden zur Besichtigung der daselbst befindlichen physikalischen, chemischen und meteorologischen Institute. Dabei ergab sich, dass eine Reihe von Veränderungen der ursprünglich geplanten inneren Einrichtungen nöthig war, wenn die Anstalt nicht gleich von vornherein gegen andere, ähnliche Zwecke verfolgende zurückstehen sollte. Auch dies hat dazu beigetragen, die Vollendung des Baues zu verzögern.

Der Bau des Observatoriums ist jetzt so weit vorgeschritten, dass November 1890 bereits mehrere Räume provisorisch für einige feinere Arbeiten eingeräumt werden konnten.

Beginn der Arbeiten der zweiten Abtheilung.

Die zweite Abtheilung der Reichsanstalt hat ihre Arbeiten am 17. Oktober 1887 begonnen.

Diensträume.

Als Diensträume sind ihr bis auf Weiteres die von der Königlich Preussischen Regierung in dem Gebäude der technischen Hochschule zu Charlottenburg leihweise zur Verfügung gestellten Zimmer überwiesen worden, welche ursprünglich für das früher von Preussen geplante präzisionsmechanische Institut bestimmt waren.

Diese Diensträume haben sich aber bald als unzureichend erwiesen. Obwohl selbst die Korridore zur Einrichtung von Arbeitsplätzen ausgenützt werden, hat man sich doch schon jetzt entschliessen müssen, einen Theil der Arbeiten dieser Abtheilung, die optischen Untersuchungen, anderweitig unterzubringen und sie vorläufig in das Observatorium der ersten Abtheilung zu verlegen. Die in der technischen Hochschule vorhandenen Räume werden aber auch nach dem Umzug des optischen Laboratoriums für die übrigen Zwecke der Abtheilung noch keineswegs ausreichen. Dazu kommt, dass die Räume durch ihre Lage im Erdgeschoss und ihre mangelhaften Lüftungs- und Heizungseinrichtungen den in gesundheitlicher Beziehung zu stellenden Ansprüchen durchaus nicht genügen, und dass die vorhandenen Eisenbalken an den Decken und die Eisengitter an den Fenstern auf die elektrischen Arbeiten sehr störend wirken.

Personal.

An der Reichsanstalt wirken z. Z., Ende 1890, ausser dem Präsidenten, welcher zugleich die Arbeiten der ersten Abtheilung unmittelbar leitet, und dem Direktor der zweiten Abtheilung 7 Mitglieder, 7 Assistenten, 7 wissenschaftliche und technische Hilfsarbeiter, 4 technische Gehilfen, 10 Mechaniker, Maschinisten und Handwerker verschiedener Art. Das Büreau besteht aus 2 expedirenden Sekretären, 1 Kanzleisekretär, 1 Kanzlei-Hilfsarbeiter und den erforderlichen Unterbeamten. Im Ganzen sind jetzt 49 Beamte und andere Personen an der Reichsanstalt beschäftigt, während am 1. Januar 1888 nur 24, am 1. Oktober desselben Jahres 30, am 1. Oktober 1889 35 Personen an ihr thätig waren.

I. Thätigkeit der ersten Abtheilung.

Die Arbeiten der ersten Abtheilung bezogen sich zum überwiegenden Theil auf thermometrische Fundamentaluntersuchungen; hieran schlossen sich vorbereitende Studien über die Ausdehnung von Glas, von Metallen, sowie von Wasser und von Quecksilber und die Prüfung von Normalbarometern. Anfang 1890 sind auch elektrische Untersuchungen begonnen worden.

Thermische Arbeiten.

Die zuerst in Angriff zu nehmende Aufgabe bestand in der Herstellung einer Temperaturskale, welche den höchsten Anforderungen der Präzision entsprechen sollte. Zu dem Ende mussten unter sich streng vergleichbare Quecksilberthermometer hergestellt und mit den besten bisher verfertigten Instrumenten, nämlich den von dem Internationalen Maass- und Gewichtsbureau genau geprüften und an das Gasthermometer angeschlossenen Tonnelot'schen Thermometern verglichen werden, um die Resultate der in Breteuil ausgeführten Arbeiten durch Zurückführung auf eine gleiche thermometrische

Grundlage wenigstens vorläufig verwenden zu können. Die Beziehung dieser Skale zu der von der mechanischen Wärmetheorie geforderten absoluten Skale wird eine spätere Aufgabe sein, die noch lange Vorarbeiten über die Dichte, Ausdehnung und spezifische Wärme der Gase erfordert.

Normal-Quecksilberthermometer.

Die von der Reichsanstalt bis auf Weiteres gewählte empirische Temperaturskale gründet sich auf das Quecksilberthermometer aus einem vom Jenaer glastechnischen Laboratorium gefertigten und mit der Nummer XVI^{III} bezeichneten Glase, dessen in 100 Grade getheilter Fundamentalabstand definirt ist durch den Siedepunkt bei Normal-Barometerstand (760 *mm* bei 0 Grad unter dem 45. Breitengrad bezogen auf Meereshöhe) und den dazugehörigen maximal deprimirten Eispunkt. Oben erwähnte Glassorte wurde, wie später noch näher dargelegt werden soll, seiner Zeit auf Veranlassung und unter Mitwirkung der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission speziell für thermometrische Zwecke hergestellt und wird seitdem in vollkommen gleichmässiger Zusammensetzung weiter geliefert. Sie hat vor anderen Glassorten, — ähnlich wie die von Herrn Tonnelot in Paris benutzte, — den bedeutenden Vorzug, dass die nach jeder Erwärmung auftretende Verschiebung des Eispunktes verhältnissmässig sehr gering ist.

Bei der Anfertigung und Untersuchung von Thermometern, deren Genauigkeit soweit getrieben werden soll, als z. Z. möglich ist, häufen sich eine Menge von Schwierigkeiten, die sonst nicht ins Gewicht fallen. Einige der wesentlichsten mögen hier aufgeführt werden, um anschaulich zu machen, welches Maass von Arbeit für die Vollendung dieser Aufgabe nöthig gewesen ist.

Anzahl der Röhren.

Zunächst wurden die Röhren zu den für Präzisionsmessungen ausschliesslich zur Verwendung kommenden Stabthermometern unter Aufsicht von Beamten der Reichsanstalt in der Glashütte zu Jena gezogen und an Ort und Stelle bereits einer oberflächlichen Auswahl unterworfen. Unter nahezu 400 Röhren mussten sodann die für Normalthermometer tauglichsten durch eine vorläufige Kalibrirung ausgesucht werden.

Ausser den bisher gebräuchlichen glatten Thermometern wurden noch nach einer von Herrn Professor Pernet — bis zum 1. Oktober 1890 Mitglied der Reichsanstalt — ausgebildeten Methode Thermometer mit Erweiterungen angefertigt, welche bei verhältnissmässig geringer Länge sehr feine Temperaturmessungen innerhalb weiter Grenzen gestatten, ohne dabei die fundamentale Bestimmbarkeit zu verlieren.

Herstellung der Theilung.

Die hohen Anforderungen, welche an derartige Hauptnormalthermometer zu stellen sind, setzen eine vollkommen gleichmässige Theilung voraus. Da dieselbe in der gewünschten Genauigkeit von den Mechanikern nicht zu erhalten war, musste diese zeitraubende Arbeit in der Anstalt selbst ausgeführt werden. Hierzu war vor allem eine sehr eingehende Untersuchung einer zeitweilig der Reichsanstalt überlassenen Längentheilmaschine (gefertigt von Brauer in St. Petersburg) erforderlich. Es wurden sowohl die fortschreitenden, wie die periodischen Fehler der Schraube der Maschine ermittelt und die so gefundenen Korrektionen bei Ausführung der Theilungen berücksichtigt. Auf diese Weise gelang es, Theilungen herzustellen, welche bei einer Länge von etwa 600 *mm* nur noch Fehler von weniger als 0,001 Grad aufweisen, was ungefähr dem zehnten Theile der bei den bekannten Tonnelot'schen Normalthermometern vorkommenden Fehlern entspricht. Dieses Resultat, das sich bei der Ausmessung einer grösseren Anzahl von Instrumenten ergab, berechtigt dazu, von der Berücksichtigung der Theilungsfehler bei den eigentlichen thermometrischen Messungen überhaupt vollständig abzusehen, was für die Zukunft eine beträchtliche Zeitersparniss bedeutet.

Bei jedem fertigen Thermometer hat man ferner noch die folgenden drei Grössen zu ermitteln:

1. Die Abweichung der Kapillarröhre von der idealen Zylindergestalt,
2. die Verbesserung für den Fundamentalabstand,
3. die Verbesserungen wegen des inneren und äusseren Druckes.

Zur Lösung der ersten, ziemlich weitläufigen Aufgabe diente ein besonderer Kalibrir-

Abweichung der Kapillare von der idealen Zylindergestalt.

npparat mit mikroskopischer Ablesung, mit Hilfe dessen man die Verlängerung oder Verkürzung einer möglichst grossen Anzahl verschieden langer Quecksilberfäden bei deren Verschiebung in der Kapillarröhre bestimmte. Bei den als Hauptnormale zu benutzenden Instrumenten wurden die Beobachtungen gehäuft und die Untersuchungen meist von Grad zu Grad durchgeführt, so dass der wahrscheinliche Fehler der ermittelten Korrektionen nur noch durchschnittlich 0,0005 Grad beträgt; auch bei den für die regelmässige Anwendung bestimmten Instrumenten (den Gebrauchsnormalen) übersteigt derselbe selten 0,001 Grad.

Verbesserung für den Fundamentalabstand.

Die Bestimmung des Fundamentalabstandes setzt sich zusammen aus der Ermittlung des Siedepunktes und derjenigen des deprimirten Eispunktes, wozu in der Anstalt selbst entworfene Apparate dienen. Die Lage des Siedepunktes ist in erster Linie abhängig vom Luftdrucke und dem genau zu bestimmenden Ueberdrucke des Wasserdampfes. Dabei entspricht einem Ueberdrucke von 1 *mm* Quecksilber ein Ansteigen des Siedepunktes um etwa 0,037 Grad, so dass man bei den feinsten Bestimmungen noch mit den hundertstel Millimetern zu rechnen hat. Selbstverständlich geht man hier, wie überall bei genauen Messungen, von dem Grundsatze aus, die äusseren Bedingungen — hier also den Ueberdruck — möglichst zu variiren, weil nur unter dieser Voraussetzung die Uebereinstimmung der Ergebnisse eine Gewähr für die Richtigkeit giebt. Bei der Bestimmung des Eispunktes ist wesentliches Gewicht auf die Reinheit des verwendeten Eises zu legen. Da eine eingehende Untersuchung gezeigt hat, dass sämmtliches käufliche Eis dieser Anforderung durchaus nicht entspricht, so wird dasselbe in der Anstalt selbst aus destillirtem Wasser hergestellt. Auf diese Weise gelingt es, unter Berücksichtigung der gerade hier sehr zahlreich auftretenden Fehlerquellen, bei häufiger Wiederholung den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung bis auf etwa 0,001 Grad zu verringern.

Verbesserungen wegen des inneren und äusseren Druckes.

Da die Angaben eines und desselben Quecksilberthermometers bei verschiedenen Neigungen gegen die Vertikale in Folge des veränderlichen, auf dem Gefässe lastenden Quecksilberdrucks beträchtlich von einander abweichen, so ist man übereingekommen, sämmtliche Thermometerangaben auf die horizontale Lage zurückzuführen. Die Abhängigkeit der Angaben von diesem inneren Drucke wurde mit Hilfe eines ebenfalls in der Anstalt entworfenen, zum Kippen eingerichteten Siedeapparates untersucht. Ebenso wurden die Schwankungen des Thermometerstandes, welche von der Variation des äusseren (Luft- oder Flüssigkeit-) Druckes herrühren, unter verschiedenen genau zu messenden Drucken studirt. Wie bei allen Temperaturbestimmungen, so besonders bei den Eispunktsbestimmungen, spielt gerade dieser äussere Druck eine wesentliche Rolle, indem 10 *mm* Quecksilberdruck je nach der Dicke des Gefässes etwa 0,001 bis 0,002 Grad entsprechen.

Die aus diesen sämmtlichen Fehlerquellen abzuleitenden Verbesserungen sind für die vorhandenen Hauptnormale fast vollständig, für die übrigen Thermometer zum Theil ermittelt. Die dabei noch übrig bleibende Unsicherheit ist durchweg wesentlich geringer, als ursprünglich angestrebt war.

Die Untersuchungen sind bis jetzt auf 7 Hauptnormale erster Ordnung, 6 Hauptnormale zweiter Ordnung, 18 Gebrauchsnormale und 10 Hilfsthermometer ausgedehnt worden.

Barometrische Untersuchungen.

Vier von Herrn R. Fuess in Berlin theils für die Reichsanstalt, theils für andere öffentliche Institute gelieferte Normalbarometer sind in allen ihren wesentlichen Bestandtheilen (inneres Volumen der Glasröhre, Theilung der Skale, Korrektionen der zugehörigen Thermometer) noch vor der Zusammensetzung geprüft und die fertigen Instrumente verglichen worden. Im Zusammenhange damit wurden für mehrere Aneroide mit Bourdon-scher Spirale, die zur Beobachtung von kleinen Druckschwankungen dienen sollen, die Konstanten ermittelt.

Ausdehnungsbestimmungen.

Die vorbereitenden Untersuchungen für die Ausdehnung fester Körper (Glas und Metalle) mit dem Fizeau'schen Apparate auch für höhere Temperaturen sind im Gange.

Ebenso soll die Ausdehnung von Wasser und von Quecksilber nach verschiedenen Methoden auf das Genaueste ermittelt werden, da eine Zusammenstellung und kritische Behandlung der bisher veröffentlichten Untersuchungen kein befriedigendes Resultat ergab, was bei der unzweifelhaften Güte einzelner Beobachtungsreihen sich nur daraus erklären lässt, dass denselben eine nachträglich nicht mehr zu kontrolirende Temperaturskale zu Grunde gelegen hat, — ein neuer Beweis für die grosse Bedeutung der Aufstellung einer fundamentalen Temperaturskale. Eine Ausdehnungsbestimmung des Wassers nach einer dilatometrischen Methode zwischen 0 und 33°, von Grad zu Grad, theilweise von zehntel zu zehntel Grad, unter Zugrundelegung der Anfangs definirten Temperaturskale ist bereits mit den Hilfsmitteln der Reichsanstalt durchgeführt und veröffentlicht worden. Dieselbe giebt allerdings vorläufig nur die relative Wasserausdehnung in Jenaer Glas XVI^{III}, doch wird sich die absolute Ausdehnung durch eine nachträgliche Bestimmung der Ausdehnung der verwendeten Glassorte mittels des Fizeau'schen Apparates oder des Komparators leicht daraus herleiten lassen.

Normalgewichte.

Für die spätere Beschaffung von Normal-Gewichtssätzen erschien es nothwendig, eine über mehrere Jahre ausgedehnte Untersuchung der Unveränderlichkeit von platinirten Kupfergewichten vorzunehmen; leider hat dieselbe ein unbefriedigendes Resultat ergeben, so dass dies Material für Normal-Gewichtssätze nicht geeignet erscheint.

Da das gewöhnliche Kupfer wahrscheinlich Hohlräume enthält, welche Luft und Flüssigkeit in veränderlicher Menge aufnehmen, sind ferner Versuche angestellt worden über die allmälige Veränderung der Dichte von Kupfergewichten durch wiederholtes Zusammendrücken unter dem Prägestock der Münze.

Ausserdem wurde noch eine Vergleichung zweier Sätze von kleinen Gewichten, Bruchtheilen des Gramm bis zu einem zehntel Milligramm, mittels einer von Herrn Stückrath zu Friedenau gelieferten Spitzenwaage mit Aluminiumbalken vorgenommen, wobei eine Genauigkeit von einigen tausendstel Milligramm erreicht wurde.

Elektrische Arbeiten. Normal-Quecksilberwiderstände.

Als Grundlage für die feinsten elektrischen Messungen ist die Herstellung einer Anzahl von Normal-Quecksilberwiderständen (gesetzliches Ohm, vergl. weiter unten, S. 158) erforderlich, welche den weitestgehenden Ansprüchen an Genauigkeit genügen. Zu diesem Zwecke wurden einige hundert Röhren aus Jenaer Glas XVI^{III} durch vorläufige Kalibrirung auf die Gleichmässigkeit des Volumens geprüft und eine Anzahl derselben in der Anstalt mit Theilung versehen. Ausser einer möglichst genauen Kalibrirung in engen Intervallen musste noch besonderer Werth darauf gelegt werden, den bei den bisherigen Vergleichungen nicht zuverlässig genug bestimmten Werth des sogenannten Ausbreitungswiderstandes, das ist des Widerstandes bei dem Uebergang des elektrischen Stromes aus den Enden des Rohres in die Zuleitungen, zu ermitteln, wofür eine neue Methode zur Anwendung kommt.

Das zur Füllung der Röhren und Ansatzstücke nöthige Quecksilber wird auf elektrolytischem Wege mit Hilfe einer Thermosäule gereinigt und nachträglich im luftleeren Raum destillirt, um alle Spuren fremder Metalle, die dem käuflichen reinen Quecksilber etwa noch anhaften, zu beseitigen.

Elektrodynamometer.

Die zur Messung absoluter Stromstärken gegenwärtig gebräuchlichen Instrumente beruhen zum grossen Theil auf der Vergleichung der elektromagnetischen Stromwirkungen mit der von der Erde ausgeübten Kraft. Es ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, nicht nur diese Kraft wieder auf eine bequem messbare zurückzuführen, sondern auch deren fortwährende Veränderungen zu beobachten, sowie vorkommende magnetische Störungen zu berücksichtigen. Alle auf anderer Grundlage konstruirten absoluten Instrumente gestatten nur die Anwendung verhältnissmässig geringer Stromstärken und sind nicht frei von erheblicher Mitwirkung elastischer Kräfte von unsicherer Beständigkeit. Diese letzten beiden Uebelstände sind in einem neuen in der Werkstatt der Reichsanstalt gebauten Elektrodynamometer, das nur die Schwere als Vergleichskraft benützt, stark vermindert, so dass man damit auch ziemlich hohe Stromstärken direkt messen kann. Neue

Methoden zur Bestimmung der Inklination sind mit diesem Instrument ohne Weiteres ausführbar.

Vertheilung der Arbeiten.

Mit den vorerwähnten Arbeiten sind zur Zeit 1 Mitglied und 3 Assistenten beschäftigt; zeitweilig waren noch ein Zeichner und zwei Rechner thätig. Die zu den Aufgaben der ersten Abtheilung gehörigen optischen Untersuchungen werden vorläufig in Verbindung mit den für die Zwecke der zweiten Abtheilung bestimmten ausgeführt. Ausserdem werden von einem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter der ersten Abtheilung noch in den Räumen der zweiten Abtheilung magnetische Versuche gemacht, welche, ebenso wie die optischen Arbeiten, weiter unten Erwähnung finden sollen.

II. Thätigkeit der zweiten Abtheilung.

Die Arbeiten der zweiten Abtheilung lassen sich in sechs Gruppen gliedern: 1) In solche, welche sich auf Messung von Wärme und Druck beziehen, 2) in elektrische, 3) in optische, 4) in präzisionsmechanische Untersuchungen, an welche sich Prüfungen von Materialien der Feinmechanik sowie von Konstruktionstheilen anschliessen, 5) in Werkstattsarbeiten und 6) in chemische Untersuchungen. Der vierten Arbeitsgruppe ist auch die Prüfung von Stimmgabeln zugewiesen.

Arbeiten auf dem Gebiete der Wärme und des Druckes.

Die hierher gehörigen Arbeiten beziehen sich auf Thermometer, Barometer, Manometer, Petroleumprober und Schmelzringe für Dampfkesselsicherungen.

Thermometrische Arbeiten.

Die thermometrischen Arbeiten, welche im Gegensatz zu denjenigen der ersten Abtheilung vorzugsweise praktische Zwecke im Auge haben, knüpften an die vor Errichtung der Reichsanstalt durch die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission in Verbindung mit dem glastechnischen Laboratorium in Jena ausgeführten Untersuchungen an, welche dahin zielten, ein für thermometrische Zwecke besser geeignetes Glas zu erzeugen, als bis dahin üblich war. Ende 1884 löste das glastechnische Laboratorium diese Aufgabe und stellte das vorher schon erwähnte Glas her, welches die bei den gewöhnlicheren thüringer Glassorten überaus störende Veränderlichkeit der daraus hergestellten Thermometer nicht mehr aufwies. Nachdem sodann die Glashütte in Jena sich entschlossen hatte, dieses Glas in stets gleichbleibender Beschaffenheit anzufertigen und in den Verkehr zu bringen, war im November 1885 die amtliche Prüfung und Beglaubigung zunächst für ärztliche Thermometer eingeführt worden.

Prüfung ärztlicher Thermometer.

Diese Prüfungsarbeiten gingen auf die Reichsanstalt bei deren Begründung über, und sie war bald in der Lage, auf Grund der von der Normal-Aichungs-Kommission gesammelten Erfahrungen und ihrer eigenen weiteren Untersuchungen, die Prüfungen in ausgedehnterem Umfange aufzunehmen, als sie bis dahin geschehen waren. Der Bedarf an amtlich beglaubigten Thermometern für ärztliche Zwecke wuchs dabei in so hohem Grade, dass man es für angezeigt hielt, Prüfungen dieser Art von der Reichsanstalt an ein ausschliesslich für solche Arbeiten bestimmtes Zweiginstitut abzugeben. Die Grossherzoglich Sächsische Regierung fand sich bereit, in dem Mittelpunkt der thüringer Thermometerindustrie, in Ilmenau, eine solche Prüfungsanstalt zu errichten, welche nach den von hier aus erlassenen Bestimmungen arbeitet und bei deren Kontrole die Reichsanstalt mitwirkt. Die Zahl der ärztlichen Thermometer, welche in den drei Jahren ihres Bestehens von der Reichsanstalt geprüft und gestempelt wurden, beläuft sich auf nahezu 25 000. Die Anstalt in Ilmenau ist am 17. Oktober 1889 eröffnet worden und hat in dem ersten Jahre des Bestehens etwas mehr als 20 000 Thermometer beglaubigt. Dabei hat schon vor Errichtung der Ilmenauer Prüfungsanstalt die Ausfuhr von ärztlichen Thermometern in das Ausland — nachgewiesenermaassen in Folge der Einführung der amtlichen Beglaubigung — sich ganz erheblich gesteigert, nach einigen Angaben seit 1885 mehr als verdreifacht. Auch besteht kein Zweifel, dass diese fast ausschliesslich in Thüringen ausgeübte Fabrikation durch die Ilmenauer Anstalt noch zu einem weit grösseren Wachsthume gelangen wird.

Prüfungsanstalt in Ilmenau.

Thermometer für wissenschaftliche und für chemische Zwecke.

Seit dem Aufblühen der Ilmenauer Anstalt hat, wie dies beabsichtigt war, die Zahl der der Reichsanstalt zur Prüfung zugehenden ärztlichen Thermometer wesentlich abgenommen; dagegen haben die Beglaubigungen solcher Wärmemesser, deren Prüfung grössere Genauigkeit erfordert oder besondere Schwierigkeiten darbietet, sich fortgesetzt gesteigert. An Thermometern für wissenschaftliche oder für chemische Zwecke sind bisher mehr als 2000 geprüft worden. Die wissenschaftlichen Anstalten Deutschlands gewöhnen sich immer mehr daran, die Untersuchung ihrer Thermometer der Reichsanstalt zu übertragen; andererseits hat die Prüfung der Thermometer für höhere Temperaturen sich so gestalten lassen, dass der chemischen Industrie wesentliche Vortheile daraus erwachsen. In den chemischen Betrieben werden nämlich Thermometer der letztgenannten Art vielfach gebraucht; sie waren aber bisher wenig zuverlässige Messgeräthe, weil die aus gewöhnlichem thüringer Glas gefertigten und nicht in besonderer Weise behandelten Thermometer nach lang dauerndem Gebrauch in hohen Temperaturen bleibende Veränderungen bis zu 10 und selbst 20 Grad erleiden. Durch Einführung des Jenaer Normalthermometer-Glases sowie durch Anordnung längerer Erhitzung der Instrumente vor Fertigstellung ihrer Skale ist es der Reichsanstalt gelungen, die Veränderlichkeit der von ihr geprüften Thermometer in geringe, für die Praxis zu vernachlässigende Grenzen einzuschränken. Dabei nahm man darauf Bedacht, die Angaben von Quecksilberthermometern auch für hohe Temperaturen an das Luftthermometer anzuschliessen, was früher noch nicht in ausgiebigem Umfange erfolgt war, was aber nöthig ist, wenn man den — für 300 Grad bereits einen Fehler von nahezu 2 Grad verursachenden — Einfluss der dem Verlauf der Temperatur nicht ganz entsprechenden Ausdehnung des Glases auf die Thermometerangaben berücksichtigen will. Endlich bemühte man sich, Quecksilberthermometer auch für Temperaturen, welche den Siedepunkt des Quecksilbers (360 Grad) übersteigen, brauchbar zu machen. Schon vor längerer Zeit ist für diesen Zweck vorgeschlagen worden, die Kapillare oberhalb der Quecksilbersäule mit Stickstoff zu füllen, welches Gas bei der Ausdehnung des Quecksilbers von diesem derartig zusammengedrückt wird, dass der Druck das Sieden verhindert. Dieser Vorschlag hatte bisher grössere Verwerthung in der Praxis nicht gefunden, weil die Bedingungen für die richtige Wirksamkeit solcher Instrumente nicht gehörig bekannt waren. Die Reichsanstalt hat den Vorschlag aufgenommen, und auf ihre Veranlassung gelangen nunmehr Quecksilberthermometer in den Verkehr, welche bis zu 460 Grad, das ist bis zu Temperaturen, die derjenigen des Weichwerdens des Glases nahe liegen, hinreichend brauchbare Anzeigen liefert. Bei der Prüfung solcher Thermometer wird auf Vorringerung ihrer Veränderlichkeit unter der Einwirkung hoher Temperaturen besondere Sorgfalt verwendet.

Alkoholthermometer für niedere Temperaturen.

Da für wissenschaftliche sowie für manche technische Zwecke auch Thermometer in niederen Temperaturen vielfach Verwendung finden, so wurde nicht unterlassen, auch für Prüfung solcher Messgeräthe Vorkehr zu treffen; die hierfür gebrauchten Alkoholthermometer werden in Temperaturen bis zu — 80 Grad geprüft.

Ueber die fortgesetzten Bestrebungen auf Verbesserung der für thermometrische Zwecke bestimmten Glassorten wird weiter unten berichtet.

Prüfung von Quecksilberbarometern und Aneroiden.

Von Barometern sind bisher etwa 50 Stück bei der Reichsanstalt zur Prüfung gelangt. Vorzugsweise waren es Aneroidbarometer für Forschungsreisende, welche von diesen zu Höhenmessungen benutzt werden. Ihre Prüfung hat deshalb nicht blos unter gewöhnlichem Luftdruck, sondern auch unter niederen Drucken zu erfolgen, welche häufig bis unter 400 *mm* hinuntergehen müssen. Zu solchem Behufe werden die zu prüfenden Aneroide in eine luftdicht abgeschlossene Büchse eingelegt, so dass sie von aussen her durch eine geeignet angebrachte Glasplatte abgelesen werden können. Eine Luftpumpe erlaubt es, den Druck im Innern der Büchse zu verändern und in beliebiger Höhe fest einzustellen.

So bequem Aneroide insbesondere für Reisende sind, so haben sie doch zwei erhebliche Nachtheile; einmal unterliegen sie der Gefahr, durch Stösse oder stärkere Er-

schütterungen dauernde Veränderungen ihrer Angaben zu erleiden, sodann treten vorübergehende Aenderungen auf, welche in der elastischen Nachwirkung der federnden Theile des Instrumentes ihren Grund haben. Die Reichsanstalt bemühte sich, in Verbindung mit bewährten Fabrikanten auf diesem Gebiete die Konstruktion der Aneroide so zu verbessern, dass dauernde Aenderungen ausgeschlossen sind, doch gelangte man hier bisher noch nicht zu einem sicheren Ergebniss. Obwohl kein Zweifel darüber besteht, dass besonders sorgfältig hergestellte Instrumente von dieser Unsicherheit frei sind, so wird doch in der Regel daran festzuhalten sein, Aneroide insoweit nur als Interpolationsinstrumente zu gebrauchen, als man sie von Zeit zu Zeit mit Quecksilberbarometern vergleichen muss, um etwaige dauernde Aenderungen zu ermitteln. Umfassendere Versuche wurden betreffs der durch elastische Nachwirkungen verursachten vorübergehenden Veränderungen angestellt. Gerade für den Forschungsreisenden sind diese Nachwirkungen weit störender als die dauernden Veränderungen. Denn die Gefahr des Vorkommens der letzteren kann durch Wahl von Instrumenten aus bewährten Werkstätten und durch sorgfältige Handhabung sehr verringert werden. Die Nachwirkungen treten dagegen immer auf und haben zur Folge, dass die Anzeigen des Aneroids unmittelbar nach der Besteigung eines Berges höher sind, als nach ein- oder mehrstündigem Aufenthalt auf demselben, und dass umgekehrt die Anzeigen, wenn man von einem Berge in die Ebene hinabgestiegen ist, anfangs niedriger sind als nach Verlauf von einer oder mehreren Stunden, beides unter der Voraussetzung, dass an den Orten der Beobachtungen während der Dauer derselben eine wirkliche Veränderung des Luftdruckes nicht eingetreten ist. Bei den von der Reichsanstalt geprüften Aneroiden wird nun neuerdings der Verlauf der in diesem Sinne auftretenden Veränderungen für jedes einzelne Instrument und für verschiedene Minderdrucke ermittelt, so dass der Forschungsreisende in den Stand gesetzt ist, die Prüfungserfahrungen bei dem späteren Gebrauch des Instruments zu verwerthen. Auf diese Weise hofft man, die Genauigkeit bei der praktischen Anwendung der Aneroide wesentlich zu steigern.

Prüfung von Manometern. Neuerdings hat man auch Einrichtungen getroffen für Prüfung von Druckmessern für Maschinenbetrieb. Das hierfür angefertigte Normal erlaubt die Prüfung von Manometern für Drucke bis zu 20 Atmosphären. Es besteht die Absicht, solche Prüfungen auf die sogenannten Kontrolmanometer für Dampfkesselrevisionen und auf Normale der Verfertiger von Druckmessern zu beschränken.

Prüfung von Petroleumprobern. Von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission hat die Reichsanstalt ferner die Prüfung und Beglaubigung von Abel'schen Petroleumprobern übernommen. Bei ihnen wird die Entflammbarkeit des Petroleums in der Weise bestimmt, dass man eine kleine Menge desselben in ein mit Deckel gut verschliessbares Gefäss bringt und durch Einsenken in ein Luftbad langsam erwärmt. Ueber dem Flüssigkeitsniveau entsteht ein Gemisch von atmosphärischer Luft und Petroleumdämpfen, wobei sich die Menge der letzteren mit der Erwärmung steigert. Der Fortgang der Erwärmung wird an einem in das Oel eingetauchten Thermometer abgelesen und dabei von Zeit zu Zeit ein Zündflämmchen in das Gasgemisch eingesenkt. Die Temperatur, bei welcher das Flämmchen zuerst eine Entzündung des Gasgemisches bewirkt, gilt als die Entflammungstemperatur des Petroleums. Die in Deutschland eingeführten Petroleumprober beruhen auf Vorschlägen des englischen Chemikers Sir Frederic Abel, haben aber seiner Zeit durch die Normal-Aichungs-Kommission wesentliche Verbesserungen erfahren. Im Ganzen sind bisher mehr als 1300 Petroleumprober in Deutschland beglaubigt worden; bei der Reichsanstalt sind etwa 330 Prober oder Theile derselben zur Prüfung gelangt.

Der Verkehr mit Petroleum, dessen Entflammungstemperatur noch nicht 21° erreicht, unterliegt gewissen polizeilichen Beschränkungen. Bei Erlass der bezüglichen Vorschriften ging man von der Meinung aus, dass die Gefährlichkeit des Petroleums bei dem Brennen in Lampen mit der leichteren Entzündbarkeit sehr schnell wächst. Durch besondere Versuche der Normal-Aichungs-Kommission ist zwar später nachgewiesen worden,

dass dies nicht in dem Grade der Fall ist, als man anfänglich angenommen; immerhin steht aber fest, dass die bei niederen Temperaturen schon entflammbaren Bestandtheile des Petroleums überaus gefahrbringend sind. Es kann deshalb keinem Zweifel unterliegen, dass die Einführung der Petroleumkontrole durch Beseitigung dieser gefährlichen Oele aus dem Verkehr sehr wohlthätig gewirkt hat. Zudem hat die strenge Durchführung der Beglaubigungsvorschriften dem Verkehr zwischen den auswärtigen (vorzugsweise amerikanischen) Experteuren und den inländischen Händlern eine gesicherte und unangreifbare Grundlage gegeben. In den letzten Jahren ist allerdings wiederholt aus Amerika die Klage herübergekommen, dass die mit hier beglaubigten Petroleumprobern dort ausgeführten Testungen von Petroleumsendungen zu anderen Ergebnissen führen als die Testungen desselben Oeles in Hamburg oder Bremen. Da hierbei die Befürchtung ausgesprochen wurde, dass die von der Reichsanstalt aufbewahrten Normale der Petroleumprober vielleicht im Laufe der Zeit eine Veränderung erfahren haben könnten, so gaben diese Vorgänge zu einer umfassenden Untersuchung der Normale Veranlassung, welche die völlige Grundlosigkeit jener Befürchtungen erwies. Die in Amerika gefundenen Unterschiede sind wahrscheinlich, wie auch maassgebende Sachverständige in Bremen und Hamburg vermuthen, auf nicht ganz sachgemässe Handhabung der Prober zurückzuführen. Andererseits ist die Reichsanstalt zur Zeit bestrebt, die Normen des Probers dadurch auch für die Folge vor allen Zwischenfällen zu sichern, dass man für eine Reihe chemisch gut definirter Stoffe die Entflammungspunkte auf dem Abel'schen Prober in sorgfältigen Versuchsreihen ermittelt und so die Möglichkeit schafft, auch nach Jahrzehnten noch etwaige Veränderungen der Normale unzweifelhaft nachzuweisen. Bisher sind nämlich die letzteren nur durch die Abmessungen ihrer Theile definirt und deshalb Aenderungen der Angaben durch unmessbare Abnutzungen nicht ganz ausgeschlossen.

Die Reichsanstalt hat nicht unterlassen, den inländischen Petroleumverkehr, der nach Einführung der sogenannten Tank-Dampfer und nach Wegfall der Einfuhr des Petroleums in Fässern eine wesentliche Umgestaltung durchzumachen hat, auch hierbei insbesondere durch Prüfung von aräometrischen Hilfsmitteln zu unterstützen.

Prüfung von Schmelzringen.

Endlich ist noch die Beglaubigung der Schmelztemperaturen von Legirungsringen für Schwartzkopff'sche Dampfkessel - Sicherheitsapparate von der Normal-Aichungs-Kommission auf die Reichsanstalt übergegangen. Bei diesen Apparaten bewirkt der Eintritt eines unzulässigen Dampfdruckes oder zu niedrigen Wasserstandes im Dampfkessel das Schmelzen einer leicht flüssigen Legirung, wobei das geschmolzene Metall einen elektrischen Strom schliesst und ein Warnungssignal ertönt. Die amtliche Prüfung bezieht sich auf die Ermittlung der Schmelzpunkte der in Form von Ringen zur Anwendung kommenden Legirungen. Da es natürlich unthunlich ist, die zu untersuchenden Ringe sämmtlich einzuschmelzen, so wird von jedem ein nahezu gleich grosses Probeplättchen ausgestanzt. Diese Plättchen kommen nach geeigneter Kennzeichnung nebeneinander in ein Paraffinbad, und für eine grössere Reihe von 50 bis 100 Plättchen wird ermittelt, welche zuerst und welche zuletzt schmelzen. Hat dann während des ganzen Verlaufes dieser Schmelzung die Temperatur des Bades keine wesentliche Veränderung erfahren, so werden diejenigen Ringe, welche den zuerst und zuletzt geschmolzenen Probeplättchen zugehören, ganz eingeschmolzen und zwar unter ähnlichen Umständen, wie sie in der Praxis gebraucht werden sollen. Stimmen endlich die für diese Ringe ermittelten Schmelztemperaturen in gewissen engen Grenzen mit einander überein, so kann mit einer für die bezüglichen Zwecke hinreichenden Genauigkeit angenommen werden, dass die sämmtlichen Ringe, welchen die bei derselben Probeschmelzung benutzten Plättchen entnommen sind, den nämlichen Schmelzpunkt haben.

Diese Prüfungsarbeiten wurden von der Reichsanstalt in früherer Weise fortgesetzt, nur fügte man eingehende Studien hinzu über die Veränderlichkeit der Schmelzpunkte der Ringe unter dem Einflusse langandauernder Erhitzungen. Ferner wurden die Prüfungen auf Ringe ausgedehnt, welche bei Temperaturen bis über 220° schmelzen und für Kessel

bestimmt sind, in denen der Druck bis zu 20 Atmosphären steigt. Von der Reichsanstalt sind bisher mehr als 16000 Legirungsringe gestempelt worden.

Mit den vorerwähnten Arbeiten sind zur Zeit 1 Mitglied, 1 Assistent und 3 wissenschaftliche bezw. technische Hülfsarbeiter beschäftigt.

Elektrische Arbeiten.

Die Hauptaufgabe des elektrischen Laboratoriums besteht in der Prüfung und amtlichen Beglaubigung von elektrischen Messgeräthen. Ausserdem soll es der Elektrotechnik durch Ausführung von Messungen jeder Art in allen solchen Fragen zur Seite stehen, in welchen ein allgemeines wissenschaftliches oder technisches Interesse vorliegt.

Prüfung elektrischer Messgeräthe.

Zur amtlichen Beglaubigung werden bisher nur elektrische Widerstände sowie Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom zugelassen. Schon dem Erlass von Bestimmungen für die Prüfung dieser Messgeräthe musste eine grosse Reihe umfassender Vorarbeiten vorangehen.

Elektrische Widerstände.

Zunächst kam es darauf an, zuverlässige Maasse für den elektrischen Widerstand anzufertigen und an die hierfür vorhandenen Urnormale anzuschliessen. Da die Herstellung solcher Urnormale (mit Quecksilber gefüllte Glasrohre von genau ermittelten und gewissen Sollwerthen möglichst nahe kommenden Abmessungen) durch die physikalische Abtheilung der Reichsanstalt erst später in Angriff genommen werden konnte (vergl. Seite 153) und zudem ihre Fertigstellung erst nach längerer Zeit zu gewärtigen war, so wurden vorläufige Normale dieser Art angefertigt und mit Kopien eben solcher Normale bewährter deutscher Forscher sowie mit Widerstandsmaassen ausländischer wissenschaftlicher Institute verglichen.

Sodann waren Gebrauchswiderstände aus Draht anzufertigen und Untersuchungen über das beste Material dafür anzustellen. Die bis jetzt verwendeten zinkhaltigen Legirungen sind wenig zweckentsprechend, weil die Grösse des elektrischen Widerstandes in Drähten dieser Art sich mit der Zeit ändert. Das sogenannte Patentnickel, eine auch zu den Reichsnickelmünzen gebrauchte Legirung, erwies sich als ein weit zweckmässigeres Material. Die hier noch auftretenden Veränderungen rühren davon her, dass das Aufwickeln der Drähte auf die Spulen Spannungen verursacht, welche erst nach und nach verschwinden; man fand, dass diese Aenderungen — ähnlich wie bei Glasröhren — durch langandauernde Erwärmung auf höhere Temperaturen beseitigt werden können. Als man ferner eine grosse Anzahl von neuen Metalllegirungen auf ihre elektrischen Eigenschaften untersuchte, zeigten sich bei mehreren wesentliche Vorzüge vor den gegenwärtig im allgemeinen Gebrauch befindlichen Legirungen. Insbesondere fand man in den Manganverbindungen ein Material, das seinen elektrischen Widerstand mit der Temperatur in weit geringerem Maasse ändert, als es bei den sonst für Widerstände gebrauchten Kupferlegirungen und auch bei dem Patentnickel der Fall ist. Die Einführung von Drähten und Blechen aus Mangannickelkupfer in die elektrische Technik erhöht die Genauigkeit nicht allein der Messwiderstände, sondern auch vieler anderen elektrischen Messgeräthe um ein Bedeutendes und hat auch im Auslande schon viele Anerkennung gefunden.

Auch in der Konstruktion der Messwiderstände sind manche Verbesserungen in der Reichsanstalt entworfen und erprobt worden. Durch Verwendung gut isolirter und auf Metallspulen aufgewickelter Drähte, welche in ein Petroleumbad eintauchen, hat man Normalwiderstände hergestellt, deren Temperatur sich sehr genau bestimmen lässt und welchen die durch den Strom entwickelte Wärme schnell entzogen wird. Zur genauen Abgleichung dieser Widerstände auf eine bestimmte Temperatur ist ein Nebenschluss von feinem Draht vorgesehen. Widerstände unter 0,1 *Ohm* werden aus Blechen hergestellt und durch Einkneifen kleiner Löcher in dieselben abgeglichen. Auf diese Weise gelang es, Messwiderstände von hoher Genauigkeit herzustellen, welche ohne übermässige Erwärmung den Durchgang sehr starker Ströme aushalten und welche dabei in durchaus handlichen Grössen verbleiben.

Stromstärke und Spannung.

Das zweite Grundmaass für die elektrischen Messungen bildet die Einheit der Stromstärke, das Ampere. Diese durch den internationalen Elektrikerkongress von 1884

aufgestellte Einheit kann nach den sorgfältigsten Versuchen von Kohlrausch und Maxwell durch diejenige Stromstärke dargestellt werden, welche in einer Stunde 4,025 *g* Silber aus einer Silberlösung niederschlägt. Mittels des Silbervoltameters wird die elektromotorische Kraft der sogenannten Normalelemente kontrolirt, diese selbst wiederum werden in Verbindung mit den vorerwähnten kleinen Widerständen zu Strom- und Spannungsmessungen benutzt.

Ueber die Normalelemente, welche zu jeder Zeit leicht wiederzugewinnende Normale der elektromotorischen Kraft bilden, sind nach verschiedenen Richtungen hin Untersuchungen angestellt worden. Man suchte die Abhängigkeit dieser Elemente von der Temperatur, sowie den Einfluss verschiedener Formen und der Verwendung von Materialien verschiedener Herkunft für ihre Zusammensetzung zu ermitteln.

Bisherige Erfolge der Prüfungen elektrischer Messgeräthe.

Die Prüfung elektrischer Strom- und Spannungsmesser hat bisher noch keinen namhaften Umfang angenommen, obwohl allseitig ein Bedürfniss für solche Prüfungen anerkannt wird. Dies liegt, wie es scheint, vorzugsweise daran, dass die zur Zeit in der Technik üblichen Messgeräthe noch nicht denjenigen Grad der Genauigkeit einhalten, welchen die erlassenen Vorschriften verlangen und welcher in Uebereinstimmung mit den maassgebendsten Praktikern im Interesse der Industrie gefordert werden muss. Um volle Klarheit zu schaffen, hat die Reichsanstalt vor einiger Zeit Strom- und Spannungsmesser der verschiedensten Konstruktionen und aus verschiedenen deutschen Fabriken beschafft und einer vergleichenden Untersuchung unterworfen. Hierbei sind im Ganzen 24 verschiedene Konstruktionen aus 8 Fabriken untersucht worden. Es zeigte sich, dass an den meistentheils ungenügenden Leistungen der Instrumente neben unzureichender Konstruktion und dadurch verursachter zu grosser Reibung an den Axen die sogenannte Remanenz des Magnetismus im Eisen Schuld trägt. Alle diese Messgeräthe beruhen nämlich auf der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes, die in der Regel ein bewegliches Eisenstück beeinflusst. Die Remanenz des Magnetismus im Eisen hat nun zur Folge, dass die Messgeräthe bei steigender Stromstärke beziehungsweise Spannung andere Anzeigen liefern als bei fallender. Durch Zusammenwirken der Reichsanstalt mit den betheiligten Fabrikanten hofft man eine durchgreifende Verbesserung der in der Technik gebrauchten Strom- und Spannungsmesser erzielen zu können.

Prüfung von Elektrizitätszählern.

Die Prüfungen und Beglaubigungen sollen bald auch auf andere elektrische Messgeräthe, insbesondere auf solche für Wechselströme und auf Kondensatoren ausgedehnt werden. Vor Allem wird aber dahin gestrebt, Elektrizitätszähler zur amtlichen Prüfung heranzuziehen. Die jetzt gebräuchlichen Instrumente dieser Art sind noch nicht so eingerichtet, dass sie zu einer, die Anlage eines amtlichen Verschlusses bedingenden Beglaubigung zugelassen werden könnten; ausserdem bestehen auch noch Zweifel dagegen, dass sie vor äusseren Beeinflussungen hinreichend geschützt sind. Eine Vervollkommnung gerade dieser Instrumente ist aber vor Allem nöthig, da bei der täglich steigenden Anwendung des elektrischen Lichtes und der elektrischen Kraft das Bedürfniss nach hinreichend sicheren und amtlich beglaubigten Messgeräthen für den Verkauf der Elektrizität immer dringender wird.

Magnetische Untersuchungen.

Im Anschluss an die vorerwähnten Arbeiten über die Remanenz des Magnetismus ist eine zusammenhängende Untersuchung ausgeführt werden, um die Grösse der Nachwirkung des Magnetismus für verschiedene Eisensorten, sowie für verschiedene Formen von Magneten zu ermitteln. Die Versuche wurden auf vorübergehende und dauernde Magnetisirungen bei den wichtigsten Handelssorten von Schmiedeeisen, Gusseisen und Stahl ausgedehnt, und dabei unterliess man nicht, auch den Einfluss der Härte und insbesondere der Härtungstemperatur des Stahles auf seine Magnetisirung zu untersuchen. Diese Versuche haben zu Ergebnissen geführt, welche sowohl für die Elektrotechnik als für die Stahlfabrikation von Wichtigkeit werden dürften.

Andere Arbeiten des elektrischen Laboratoriums.

Die Hilfe des elektrischen Laboratoriums ist seitens der Technik ausserdem noch für Prüfung von Trockenelementen, von anderen galvanischen Elementen und von Akkumulatoren, sowie für Untersuchung von Isolationswiderständen in Anspruch genommen

worden. Die Prüfung von Dynamomaschinen ist gleichfalls in Anregung gekommen; Untersuchungen dieser Art mussten aber bei der Beschränktheit der zur Verfügung stehenden Diensträume bis jetzt zurückgewiesen werden.

In dem elektrischen Laboratorium sind zur Zeit 1 Mitglied, 1 Assistent, 2 andere wissenschaftliche Hilfsarbeiter, 2 technische Gehilfen und 1 Mechanikergehilfe thätig.

Optische Untersuchungen. Die Thätigkeit auf optischem Gebiete bezog sich vornehmlich auf photometrische Arbeiten und im Anschluss daran auf Untersuchungen über Lichtmaasse und Lichteinheiten.

Photometrische Arbeiten. Der deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern ist seit Jahren bestrebt, der auf dem Gebiete der Lichtmessung bestehenden Verwirrung ein Ende zu machen. Auf sein Ersuchen hat es die Reichsanstalt übernommen, ihn bei der Ermittlung eines brauchbaren technischen Lichtmaasses zu unterstützen. Bis vor Kurzem galt nämlich in der Gasbeleuchtungstechnik durchweg die sogenannte Normalkerze als Lichtmaass, während als solches in der elektrischen Beleuchtung die von dem bekannten Elektriker von Hefner-Alteneck eingeführte Amylacetatlampe gebraucht wurde. Vor allem kam es deshalb auf eine Vergleichung der Normalkerze und der Amylacetatlampe an. Man erhielt aber, als man zu diesem Behufe zunächst an die Prüfung der gebräuchlichen Photometer herantrat, kein befriedigendes Ergebniss; einerseits waren die bekannten Methoden für Lichtmessung zu unempfindlich, andererseits arbeiten sie nicht schnell genug, um die stets wechselnde Stärke einer Kerze messen zu können. Da auch die Anstrengung der Augen bei dem Bunsen'schen und ähnlichen Lichtmessern sehr erheblich ist, so war die Reichsanstalt schliesslich genöthigt, neue photometrische Methoden aufzusuchen. Es wurde ein Photometer konstruirt, bei welchem man bestrebt war, dem Auge die günstigsten Bedingungen zur Vergleichung der Helligkeit zweier sich berührenden Felder zu bieten. Jedes derselben wird nur von einer der zu vergleichenden Lichtquellen beleuchtet, beide stossen mit scharfen Rändern an einander und im Moment der Einstellung verschwindet die Grenze zwischen ihnen vollständig, so dass sie wie ein einziges gleichmässig leuchtendes Feld erscheinen. Die beiden letzten Bedingungen treffen auch bei dem Bunsen'schen Fettfleck-Photometer zu. Hier kann aber die erste Bedingung, dass jedes Feld nur von einer Lichtquelle Beleuchtung erhält, nicht erfüllt werden, da das gefettete Papier nicht nur Licht der einen Lichtquelle durchlassen, sondern immer auch Licht der andern Lichtquelle diffus reflektiren wird und das nicht gefettete Papier sich umgekehrt verhält. Das Papier mit dem Fettfleck beim Bunsen-Photometer wird bei der neuen Konstruktion durch einen optischen Würfel ersetzt. Derselbe besteht aus zwei rechtwinkligen Glasprismen, die sich in ihrem mittleren Theil längs einer kleinen Kreisfläche optisch so innig berühren, dass alles auf diese Fläche fallende Licht durch den Würfel hindurchgeht wie durch eine zusammenhängende Glasmasse. An den den Kreis umgebenden Theilen der Hypotenusenflächen sind die Prismen durch Luft von einander getrennt, so dass die hier auftreffenden, von einer Kathetenfläche eines der Prismen kommenden Strahlen nach der andern Kathetenfläche desselben Prismas total reflektirt werden. Beim Beobachten lässt man jede der beiden Seiten eines undurchsichtigen weissen Schirmes von je einer der zu vergleichenden Lichtquellen beleuchten und blickt dann durch das mittlere Feld des optischen Würfels hindurch nach der einen Seite des Schirmes, mittels des spiegelnden Feldes nach der andern Seite. Erscheinen die beiden Felder gleich hell wie eine einzige Fläche, so sind die beiden Seiten des Schirmes gleich beleuchtet. Somit sind in solchem Falle auch die Lichtquellen gleich hell, sofern ihre Abstände vom Schirm gleich gross sind.

Diese Konstruktion führte bei sehr bequemer Handhabung zu einer 3 bis 4 mal so grossen Empfindlichkeit, als die gebräuchlichen Photometer sie zeigen. Es gelang aber in der Folge, diese Empfindlichkeit noch weiter und zwar bis nahezu um das Doppelte zu steigern, indem man auf gleicher Grundlage ein zweites Photometer konstruirte, bei welchem man auf das gleich deutliche Hervortreten zweier von den verschiedenen Lichtquellen beleuchteter Felder aus ihren gleichfalls beleuchteten Umgebungen einstellt.

Um mit Hilfe dieser Photometer die Vergleichungen zwischen der Kerze und der Amylazetatlampe auszuführen, war es bei der Veränderlichkeit der ersteren noch nothwendig, eine dritte Lichtquelle zu erlangen, welche während der Dauer der Vergleichung keine Veränderungen erfährt. Nach umfassenden Versuchen, durch Umgestaltung der Amylazetatlampe eine solche für eine gewisse Zeit unveränderliche Lichtquelle zu bekommen, ging man dazu über, elektrische Glühlampen, deren Stromstärken durch empfindliche Messungen und Regulireinrichtungen bis zu 0,0001 konstant erhalten werden, für diesen Zweck zu gebrauchen.

Auf Grund der bezüglichen Arbeiten der Reichsanstalt und gleichzeitiger Messungen der von dem deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern niedergesetzten Lichtmesskommission, entschloss sich im Juni 1890 der genannte Verein, zwischen der Lichtstärke der Kerze und derjenigen der Hefner-Lampe ein bestimmtes Verhältniss festzusetzen und von nun an das „Hefner-Licht" als technisches Lichtmaass zu gebrauchen. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Reichsanstalt, wie diese es in Aussicht genommen hat, thunlichst die Prüfung und amtliche Beglaubigung der Hefner-Lampen übernimmt. Da die Normalkerze ein sehr mangelhaftes Lichtmaass ist, indem an ein und derselben Kerze bei gleicher Flammenhöhe Abweichungen bis zu 6 Prozent und mehr beobachtet werden, so stellt jener Beschluss des Vereins einen wesentlichen Fortschritt für die Beleuchtungstechnik dar. Die ersten Beglaubigungen der Hefner-Lampen werden erst im nächsten Sommer erfolgen können, weil vorher noch eine Reihe von Versuchen über die Abhängigkeit ihrer Lichtstärke von der Beschaffenheit der Luft und von den einzelnen Abmessungen der Lampentheile auszuführen sind.

Herstellung einer Lichteinheit.

Die Beglaubigung eines Lichtmaasses setzt voraus, dass man im Stande ist, dasselbe an eine unveränderliche Lichteinheit anzuschliessen. Es liegen mehrere Vorschläge vor, um eine Lichteinheit zu erlangen. Der bekannteste derselben rührt von dem französischen Physiker Violle her und ist von dem internationalen Elektrikerkongress zu Paris im Jahre 1884 gutgeheissen werden. Nach ihm soll diejenige Menge Licht, welche von 1 *qcm* der Oberfläche geschmolzenen Platins im Momente des Erstarrens senkrecht ausgestrahlt wird, als Lichteinheit gelten. Die Reichsanstalt hat versucht, diese Einheit herzustellen, indessen bisher mit wenig Erfolg. Einmal war man nicht in der Lage, hinreichend reines Platin zu verwenden, weshalb zunächst die später mitzutheilenden Versuche über die zweckmässigsten Methoden für Gewinnung möglichst reinen Platins angeordnet werden sind. Sodann erwies es sich als zweckmässig, das Platin nicht in einem Gebläse mit Sauerstoff und Leuchtgas zu schmelzen, weil Aufnahme von Gas und Verunreinigungen durch Kohlenwasserstoffe dabei nicht zu vermeiden sind. Man versuchte deshalb, die Schmelzungen im elektrischen Flammenbogen auszuführen; zwischen Platinelektroden gelang dies bisher noch nicht, wohl aber, wenn man den zu schmelzenden Platinbarren als die eine und Kohle als die andere Elektrode wählt. Inwieweit hierbei Platin durch Kohle verunreinigt wird, soll durch eine besondere Untersuchung festgestellt werden. Nach Abschluss derselben sowie der Arbeiten für Darstellung reinen Platins soll die Herstellung der Violle'schen Einheit wieder in Angriff genommen werden.

In Verbindung mit den beschriebenen Untersuchungen wurde noch unter Bezugnahme auf den Siemens'schen Vorschlag für Gewinnung einer Lichteinheit die Lichtstärke gemessen, welche die Oberfläche eines Platinbleches im Momente des Schmelzens ausstrahlt. Hierfür musste vor Allem die auch bei der Violle'schen Einheit in Betracht kommende Abhängigkeit der Ausstrahlung des Platins von der Beschaffenheit seiner Oberfläche untersucht werden. Die noch im Gange befindlichen Versuche sollen zeigen, ob Platinblech mit spiegelnder Oberfläche das gleiche Ausstrahlungsvermögen besitzt, wie solches mit rauher Oberfläche, beziehentlich unter welchen Umständen das Ausstrahlungsvermögen einen festen Werth annimmt. Doch ist es bisher noch nicht möglich gewesen, eine rauhe Oberfläche herzustellen, welche in der Schmelztemperatur des Platins unvergänglich ist.

Hand in Hand mit diesen Bestrebungen gehen Versuche, um auf einem neuen

Wege eine unveränderliche Lichteinheit zu gewinnen. Bei denselben ist man bestrebt, die Stärke einer Lichtquelle dadurch fest zu halten, dass man ihre Temperatur auf ein bestimmtes Maass bringt. Zu diesem Behufe sollen mehrere Methoden versucht werden. Bei der einen will man verschiedene Regionen des Spektrums der Lichtquelle mit einander vergleichen und sich dabei eines neu entworfenen, zur Zeit noch in Arbeit befindlichen Spektralphotometers bedienen, welches genauere Werthe liefert als die bisher bekannten Photometer dieser Art. Bei einer anderen Methode wird eine Platinplatte geglüht und die elektromotorische Kraft gemessen, welche an der Berührungsstelle zwischen der glühenden Platte und einem Platin-Rhodiumdraht auftritt. Die Untersuchung hat zu lehren, ob derselben elektromotorischen Kraft dieselbe Leuchtkraft des Platins entspricht.

Indessen der Abschluss dieser Arbeiten steht noch weit hinaus, während es für die Beglaubigung der Hefner-Lampen darauf ankam, wenigstens eine vorläufige Lichteinheit alsbald zu erlangen. Die schon erwähnten elektrischen Glühlampen mit Strom von konstant erhaltener Stärke erwiesen sich aber für diesen Zweck als völlig ausreichend. Man verwendet mehrere solcher Lampen und lässt die einen häufiger, die anderen seltener brennen; letztere dienen dann als Kontrolnormale für die Gebrauchsglühlampen. Da sich gezeigt hat, dass die Helligkeit einer solchen Glühlampe sich nach 200 Brennstunden erst um etwa 0,01 ihres Anfangswerthes verringert, so ist es möglich, eine Reihe solcher Lampen mit einer für praktische Zwecke ausreichenden Genauigkeit als vorläufige Normale für beliebig lange Zeit zu verwenden, sofern man nur dafür sorgt, etwa schadhaft werdende Glieder der Reihe durch andere Lampen zu ersetzen und diese wiederum durch entsprechende Vergleichungen an die bleibenden Glieder der Reihe anzuschliessen. Die benutzten Glühlampen haben übrigens eine besondere Einrichtung erhalten, indem man für sie einen geraden Kohlenfaden wählte und ihn axial in einem zylindrischen Rohr befestigte. Diese Einrichtung macht die Entfernung zwischen Glühlampen und Photometerschirm genau messbar.

Prüfung elektrischer und anderer Lichter.

Es sind alle Vorkehrungen getroffen, um elektrische Glüh- und Bogenlichter sowie Gas- und Petroleumlampen auf ihre Lichtstärke zu prüfen, jedoch konnte bezüglichen Ersuchen aus der Technik bisher wegen der Beschränktheit der Diensträume nur in geringem Umfange genügt werden. Dies wird nunmehr nach Verlegung der optischen Arbeiten in das Observatorium der physikalischen Abtheilung sich ändern. Für die elektrischen Bogenlichter ist ein unmittelbarer Anschluss an die Hefner-Lampe möglich; ein nach einem älteren Vorschlage Aubert's hergestellter Apparat erlaubt es nämlich, einen Kreisausschnitt von verstellbarem Winkel so schnell rotiren zu lassen, dass das hindurchfallende Licht von dem Auge als kontinuirlich wirkend empfunden wird; die Stärke dieses Lichtes steht aber zu derjenigen der ungeschwächten Lichtquelle in demselben Verhältniss wie der Kreisausschnitt zu dem Inhalt des ganzen Kreises. Auf diesem Wege lässt sich somit eine genau messbare und ziemlich weit gehende Schwächung starker Lichtquellen zum Zwecke ihrer Vergleichung mit schwachen Lichtern erzielen.

Prüfung optischer Gläser.

Die übrigen optischen Aufgaben der Reichsanstalt mussten bisher wegen der unzureichenden Räume und der nicht genügenden Anzahl von Beamten in den Hintergrund treten. Indessen wird man in der Folge auch den Anforderungen der praktischen Optik auf Prüfung von optischen Gläsern (planparallelen Platten, Linsen, Prismen u. s. w.) entsprechen können. In vereinzelten Fällen sind solche Prüfungen auch für Private bereits ausgeführt worden; ausserdem wurden für militärische Zwecke wiederholt Fernrohre geprüft, wobei man bestrebt war, die Ergebnisse solcher Prüfungen in einer praktisch verwerthbareren Form auszusprechen, als bisher üblich war.

Prüfung von Polarisationsinstrumenten.

Die Prüfung und Beglaubigung von Polarisationsinstrumenten, welche gleichfalls zu den Aufgaben der Reichsanstalt gehört, ist bisher noch nicht in Angriff genommen worden. Man wird aber auch dieser Frage näher treten, sobald die Raum- und Personalverhältnisse es gestatten.

Mit den optischen Arbeiten sind zur Zeit 1 Mitglied, 1 Assistent und 1 anderer wissenschaftlicher Hilfsarbeiter beschäftigt.

Prüfung von Stimmgabeln.

Seit Anfang 1888 ist die Reichsanstalt mit der Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln betraut. Die zu Wien im Jahre 1885 zusammengetretene internationale Stimmtonkonferenz, bei welcher von den deutschen Staaten Preussen, Württemberg und Sachsen vertreten waren, hat sich für ein *A* von 870 halben oder 435 ganzen Schwingungen in der Sekunde als Normalstimmton entschieden und eine amtliche Beglaubigung solcher Stimmgabeln anempfohlen. Als die Reichsanstalt diese Beglaubigungsarbeiten übernahm, war es nöthig, die deutschen Militärkapellen mit vorläufig geprüften Gabeln sofort auszurüsten, sodann aber schleunigst eine richtige Normalgabel von genau 435 Schwingungen herzustellen, um für die Ausgabe von möglichst richtigen Gabeln für Zwecke der Musik- und der Unterrichtsanstalten gerüstet zu sein.

Herstellung der Normalgabel.

Zur Erlangung der Normalstimmgabel sind drei verschiedene Wege eingeschlagen worden. Die nächstliegende Methode bestand darin, auf einem durch ein gutes Uhrwerk in möglichst gleichmässige Umdrehung versetzten, berussten Zylinder eine schwingende Stimmgabel mittels eines an einem Zinkenende befestigten, leichten Stiftes die Schwingungen aufschreiben zu lassen und letztere auszuzählen. Bei einer zweiten Methode wurde das in der Vielfachtelegraphie gebrauchte phonische Rad benutzt. Auf dem Umfang dieses Rades sind eine grössere Anzahl gleichartiger Plättchen aus weichem Eisen in gleichmässiger Vertheilung aufgeheftet. Hat man nun eine auf elektrischem Wege erregte und in dauernden Schwingungen erhaltene Stimmgabel und lässt auf die Eisenplättchen des phonischen Rades einen Elektromagneten wirken, der von demselben Strom in Thätigkeit gesetzt wird, welcher die Stimmgabel bewegt und von dieser selbst entsprechend ihren Schwingungen abwechselnd geschlossen und unterbrochen wird, so nimmt das Rad eine gleichmässige Umdrehungsgeschwindigkeit an. Dabei gestattet es, die Zahl der Schwingungen der elektrisch erregten Gabel mit grosser Genauigkeit zu ermitteln. Eine dritte Methode geht dahin, die Schwingungszahl der Normalstimmgabel unmittelbar von der Bewegung eines Sekundenpendels abzuleiten. Man wählt hier eine Reihe schwingender Körper mit systematisch abgestuften Schwingungszahlen, von welchen immer der folgende von dem vorangehenden auf elektrischem Wege erregt werden kann. Indem man nun von dem Sekundenpendel als erstem Körper ausgeht, gelangt man stufenweise zu einer Stimmgabel, welche 432 Schwingungen in der Sekunde macht. Von einer solchen Gabel lässt sich aber die Normalgabel mit 435 Schwingungen in der Sekunde durch Zählung der sogenannten Schwebungen ableiten. Letztere entstehen bei dem Zusammentönen zweier schwingenden Körper, deren Schwingungszahlen nur wenig von einander abweichen, und die Zahl solcher Schwebungen in der Sekunde entspricht genau dem Unterschiede der Schwingungszahlen. Auch bei den zwei ersten Methoden wurde die eigentliche Normalgabel an die schreibende, bezw. das phonische Rad treibende Gabel durch Zählung der Schwebungen angeschlossen.

Für die nach den angegebenen Methoden hergestellte bezw. kontrolirte Normalstimmgabel hat man die Zahl der Schwingungen bis auf $^1/_{50000}$ ihres Betrages feststellen können, so dass der Gabel, welche eben nach ihrer Definition 435 Schwingungen in der Sekunde machen soll, nur noch eine Unsicherheit von weniger als 0,01 Schwingung anhaftet.

Abstimmung der Gabeln.

Für die Abstimmung der zu beglaubigenden Gabeln sind von der Normalgabel zwei Differenzgabeln abgeleitet worden, deren eine 436,5, deren andere 433,5 Schwingungen in der Sekunde macht. Die zu beglaubigenden Gabeln werden so abgestimmt, dass beim Zusammentönen mit jeder der beiden Differenzgabeln das Tempo der Schwebungen gleich bleibt.

Nachdem für Preussen die Ausrüstung der höheren Schulen und Seminarien mit amtlich beglaubigten Stimmgabeln angeordnet worden ist, hat sich die Zahl dieser Prüfungen sehr vermehrt. Im Ganzen sind bis Ende 1890 über 800 Stimmgabeln, darunter

16 Präzisionsgabeln, zur endgiltigen Beglaubigung gelangt. Bei letzteren darf die Schwingungszahl um nicht mehr als 0,1 (Schwingung) von ihrem Sollwerth abweichen, während bei den gewöhnlichen Gabeln die Abweichung bis zu 0,5 ansteigen kann. Neuerdings sind auch für Württemberg Stimmgabeln beglaubigt worden; bisher beträgt ihre Zahl nicht viel mehr als 100, doch sind von dort nahezu 2000 Gabeln zu erwarten.

Mit den Untersuchungen über die Normalgabel sowie über die besten Formen der zu beglaubigenden Gabeln waren 1 Mitglied und 1 Assistent beschäftigt. Die Stempelung und Abstimmung der Gabeln geschieht in der Werkstatt, die Kontrole der abgestimmten Gabeln durch die beiden ebengenannten Beamten.

Präzisionsmessungen verschiedener Art.

Die letzteren waren ausserdem mit Präzisionsmessungen verschiedener Art beschäftigt, welche der Feinmechanik unmittelbar zu Gute kommen sollen. Es handelte sich dabei einmal um die Abgleichung oder Untersuchung von Normalmaassen und Normallehren für die Zwecke der Praxis, sodann um die Prüfung von Maassgrössen an Arbeitsstücken, endlich um die Untersuchung von Kreistheilungen. In erster Beziehung sind verschiedenartige Lehren, Lehrdorne und Kaliberkörper, zur Messung eingesandt worden. Prüfungen der zweiten Art bezogen sich z. B. auf Sphärometer zur Untersuchung der Gestaltfehler von Linsen, ferner sind in den letzten Monaten umfangreiche Untersuchungen behufs geometrischer Ausmessung einer Anzahl von Normalwiderstandsrohren für eine hervorragende deutsche elektrotechnische Firma ausgeführt worden. Diese Messung umfasste die sorgfältige Kalibrirung der Rohre, die Ermittlung ihrer Gesammtlänge und ihres Raumgehalts, sowie die Bestimmung ihrer Ausdehnung mit Aenderung der Temperatur. Sie nahm die Thätigkeit des zuletzt erwähnten Mitgliedes und eines ihm beigegebenen technischen Gehilfen während mehrerer Monate in Anspruch. Für die Untersuchung der Fehler von getheilten Kreisen wurde nach einem von dem Chef der Königlich Preussischen Landesaufnahme, Herrn General-Lieutenant Schreiber, früher angegebenen Vorschlage eine besondere Vorrichtung benutzt, welche die Reichsanstalt in den Stand setzt, Kreise mässiger Grösse, wie sie für geodätische und kleinere astronomische Instrumente von Mechanikern geliefert werden, auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Zu diesen Prüfungsarbeiten werden in der Folge noch Untersuchungen treten, welche für die Feinmechanik von allgemeinerem Interesse sind. Zunächst sind Versuche über die Formveränderung gehärteten und angelassenen Stahls, sowie über die Elastizität desselben in Aussicht genommen. Die Vorbereitungen dafür sind bereits vor längerer Zeit getroffen, die Arbeiten mussten aber, im Hinblick auf dringendere Aufgaben, bisher zurückgestellt werden.

Einführung einheitlicher Schraubengewinde.

Die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik hat die Abtheilung seit etwa $1^1/_2$ Jahren beschäftigt. Nachdem aus den Kreisen der deutschen Mechaniker die schleunige Erledigung dieser schon vor längerer Zeit aufgeworfenen Frage angeregt war, wurden zunächst mehr als 300 verschiedene Schraubengewinde der Praxis entnommen und auf ihre Abmessungen untersucht. Auf Grund dieser und zahlreicher sich daran anschliessenden Arbeiten wurden dann auf dem ersten deutschen Mechanikertage im Jahre 1889 bestimmte Grundzüge für die neu einzuführenden Schrauben aufgestellt, und die Reichsanstalt übernahm die Leitung aller weiteren technischen Arbeiten. Da bald auch die sämmtlichen elektrotechnischen Kreise Deutschlands, sowie die Telegraphenverwaltungen sich für diese Frage interessirten, so gelang es, alle Betheiligten zu einer gemeinsamen Berathung zu veranlassen, welche im Juni 1890 in Frankfurt a. M. stattfand. Dort gelangte man, an der Hand der von der Reichsanstalt hergestellten Proben, für Befestigungsschrauben der Durchmesser von 10 *mm* bis 0,8 *mm* abwärts zu festen Normen betreffs der Gangform sowie der Verhältnisse von Ganghöhe (Steigung) zum Durchmesser. Die Reichsanstalt ist jetzt dabei, die ersten Originalbohrer für diese Schrauben anzufertigen, und ist mit geeigneten Schraubenfabrikanten in Verbindung getreten, so dass es voraussichtlich gelingen wird, schon in den nächsten Monaten eine hinreichende Anzahl von Schrauben dieser Art in den Verkehr zu bringen.

Zur Aufrechthaltung des Systems beabsichtigt die Reichsanstalt die Prüfung und Beglaubigung von Originalbohrern und von Lehren für die neuen Gewinde zu übernehmen, und man ist bemüht, Werkzeugfabrikanten für die fortgesetzte Anfertigung der Bohrer und Lehren zu gewinnen, so dass amtlich geprüfte Hilfsmittel dieser Art käuflich zu haben sein sollen.

Einem wie dringenden Bedürfniss durch diese Bestrebungen abgeholfen wird, geht schon daraus hervor, dass es in überraschend kurzer Zeit geglückt ist, von sämmtlichen betheiligten Kreisen Deutschlands die Zustimmung zu dem neuen Gewinde zu erhalten. Neuerdings ist auch unter den deutschen Uhrmachern das Interesse für diese Bestrebungen erwacht. Die Verfertiger grösserer Uhren zeigen sich geneigt, den Vereinbarungen der Feinmechaniker und Elektrotechniker ohne Weiteres beizutreten; aber auch die Taschenuhrmacher wollen sich für die kleinen, von ihnen verwendeten Schrauben, deren Durchmesser bis zu 0,3 *mm* hinabgehen, an die neuen Normen eng anschliessen unter der Voraussetzung, dass auch für diese Schrauben die Reichsanstalt die Prüfung und Beglaubigung von Lehren und Normalschneideisen übernimmt.

Diese Arbeiten fanden unter persönlicher Leitung des Abtheilungsdirektors statt, ausserdem betheiligten sich der Werkstattsvorsteher und ein Assistent daran.

Werkstattsarbeiten. Die Werkstatt ist in erster Reihe dafür bestimmt, mechanische Arbeiten für den eigenen Bedarf der Reichsanstalt auszuführen, soweit deren anderweitige Beschaffung Schwierigkeiten bietet. Ihre Hauptaufgabe liegt deshalb in der Herstellung von Hilfsvorrichtungen, wie sie für die Versuche der verschiedenen Arbeitsgruppen der Anstalt fortgesetzt nöthig werden. Sodann soll die Werkstatt für deutsche Gewerbtreibende oder für Behörden Instrumententheile anfertigen oder sonstige mechanische Arbeiten liefern, deren Herstellung in Privatwerkstätten aussergewöhnliche Hilfsmittel erfordert. In diesem Sinne übernimmt sie die Ausführung von Theilungen auf Mutterkreisen von Kreistheilmaschinen und in gewissen besonderen Fällen auch die Anfertigung von Normallehren und Normalmaassen.

Für die zuletzt genannten Zwecke ist die Hilfe der Werkstatt bisher nur in geringem Maasse in Anspruch genommen worden, insbesondere weil die Einrichtungen zur Ausführung von Kreistheilungen erst seit Kurzem fertig gestellt sind. Dagegen haben die Anforderungen an die Leistungen der Werkstatt für den eigenen Bedarf der Anstalt entsprechend dem Umfang der verschiedenartigen physikalischen und technischen Untersuchungen derselben eine fortgesetzte Steigerung erfahren. Die Zahl der Mechanikergehilfen wuchs nach und nach auf fünf, ausserdem werden noch ein Maschinist, ein Klempner und ein Tischler beschäftigt; dabei werden die für das elektrische Laboratorium bestimmten mechanischen Arbeiten grösstentheils von dem eigenen Hilfspersonal desselben ausgeführt.

Versuchswerkstatt. Endlich soll die Werkstatt noch Versuche über die verschiedenen in der Feintechnik gebräuchlichen Materialien, ihre zweckmässigste Bearbeitung und sonstige Behandlung anstellen. In dieser Richtung haben einerseits zahlreiche Probeschmelzungen für elektrische sowie für optische Zwecke stattgefunden. Man hat Versuchsstäbe hergestellt aus Legirungen von Eisen mit Zinn, Wolfram, Nickel, Mangan u. s. w., ebenso Legirungen von Zink mit Blei, Arsen, Magnesium u. s. w., auch Spiegelmetalle verschiedener Zusammensetzung sind angefertigt worden. Andererseits wurde das Verhalten verschiedener Beizen und Lacke bei den vorzugsweise gebrauchten Metallen untersucht. Endlich sind werthvolle Ergebnisse in umfangreichen Arbeiten über die Anlauffarben der Metalle erzielt worden. *Anlauffarben der Metalle.* Für die zur Beglaubigung gelangenden Stimmgabeln war nämlich nach dem Vorschlage der internationalen Stimmtonkonferenz das Blauanlassen vorzuschreiben, um etwaige Beschädigungen der beglaubigten Stimmgabeln nachträglich sofort kenntlich zu machen. Um aber einen gleichmässigen blauen Ueberzug zu erzielen, war man genöthigt, dafür ein neues Verfahren (Erwärmung im Luftbade) anzuwenden, das sich sehr einfach und handlich gestalten liess und zugleich genaue Temperaturbe-

stimmungen für den Eintritt der verschiedenen Anlauffarben ermöglichte. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten, dass die üblichen Annahmen über diese Temperaturen bei Stahl nicht zutreffen. Insbesondere bestätigte sich eine schon vor Jahrzehnten andeutungsweise geäusserte, aber neuerdings in Vergessenheit gerathene Behauptung, dass der Eintritt der Farben nicht blos von dem Grade der Erwärmung, sondern auch von der Dauer derselben abhängt. Ferner fand man aber, dass nicht nur die Härte, sondern in weit höherem Grade noch die Zusammensetzung des Stahles auf den Eintritt der einzelnen Farben von Einfluss ist. Das angewandte Verfahren legte es nahe, auch über die Anlauffarben bei anderen Metallen einige orientirende Versuche anzustellen, und man erhielt dabei so schöne und glänzende Färbungen, dass man es für nothwendig hielt, die kunstgewerblichen Kreise auf die Erwärmung im Luftbade zur Schaffung farbiger Ueberzüge auf Gegenständen von Kupfer und Kupferlegirungen aufmerksam zu machen. Die aus Süd- und Norddeutschland zahlreich eingegangenen Anfragen beweisen, dass das Kunstgewerbe bereits bemüht ist, sich dieses Verfahren nutzbar zu machen.

Die Untersuchungen über Anlauffarben haben zugleich bewiesen, dass die gewöhnliche Annahme, wonach bei gehärtetem Stahl die Anlauffarbe ein Kennzeichen der Härte ist, nicht in aller Strenge zutrifft, und es sind demzufolge Vorbereitungen getroffen, um die Veränderungen der Härte sowie der Elastizität zu untersuchen, welche Stahl durch Erwärmungen von verschiedenem Grade und verschiedener Dauer erleidet.

Die Arbeiten der Versuchswerkstatt sind unter Leitung des Werkstattsvorstehers von einem technischen Hilfsarbeiter ausgeführt worden.

Chemische Arbeiten.

Dem chemischen Laboratorium liegt die Lösung derjenigen chemischen Fragen ob, welche im Zusammenhange mit den Arbeiten beider Abtheilungen der Reichsanstalt auftauchen. Zu diesem Behufe hat es einmal Analysen verschiedener, für die anderweitigen Arbeiten wichtigen Materialien auszuführen, sodann aber fallen ihm zusammenhängende selbständige Untersuchungen zu. Solche erstreckten sich bisher auf Glas und auf die Darstellung gewisser Metalle. Ausserdem war die Thätigkeit des chemischen Laboratoriums sieben Monate lang ausschliesslich durch Studien über das rauchlose Pulver in Anspruch genommen.

Störungen bei Libellen.

Die Glasuntersuchungen zielten zunächst auf Ermittlung der Ursachen für die störenden Ausscheidungen, welche bei den für alle feineren Messungen und besonders für astronomische, geodätische und artilleristische Zwecke unentbehrlichen Libellen auftreten. Diese Ausscheidungen stellen sich mit der Zeit an der inneren Glasoberfläche ein und heben dann die Brauchbarkeit der Libellen völlig auf. Durch Versuche konnte man nachweisen, dass dieselben in Folge der Einwirkung des Wassers auf das Glas entstehen, indem der Aether, welcher sich in den Libellen befindet, in der Regel Spuren von Wasser enthält. Da die Füllung der Libellen mit ganz wasserfreiem Aether überaus schwierig ist, so ergab sich, dass zur Vermeidung der erwähnten Uebelstände bei der Anfertigung der Libellen ein Glas verwendet werden muss, welches möglichst wenig vom Wasser angegriffen wird. Man fand eine auch von Ungeübten leicht anwendbare Methode, um den Grad der Widerstandsfähigkeit von Glasoberflächen gegen Wasser durch eine Farbreaktion zu ermitteln. Füllt man nämlich ein Rohr mit einer eosinhaltigen Lösung von Wasser in Aether und lässt sie längere Zeit darin stehen, so nimmt das Glas eine um so tiefer rothe Färbung an, je weniger Widerstand seine Oberfläche dem Einfluss des Wassers entgegensetzt. Durch Zersetzung des Glases wird eine grössere oder geringere Menge Alkali frei, welches durch das Eosin in ein gefärbtes Salz übergeführt wird. Die für Libellen bestimmten Röhren bedürfen in jedem Falle vor ihrer Füllung noch einer Vorbereitung, indem man die alkalischen Bestandtheile von den geschliffenen Glasoberflächen durch Behandlung mit Säure entfernen muss.

Glas-untersuchungen.

Die Untersuchung der Glasoberflächen mit Hilfe der Farbreaktion wurde auch auf Glas für thermometrische und andere wissenschaftliche Zwecke ausgedehnt. Dabei bat man, um sichere Kenntniss über die Beschaffenheit der für solche Zwecke in Deutsch-

land vorzugsweise benutzten Glassorten zu erhalten, eine dauernde Verbindung mit den hier fast allein in Betracht kommenden thüringer Glashütten eingerichtet, so dass von Zeit zu Zeit von den wichtigsten Hütten Glasproben der Reichsanstalt zugehen und von ihr untersucht werden. Die Untersuchung umfasst für einige Gläser, welche für die Herstellung der Instrumente von besonderer Wichtigkeit sind, eine vollständige Analyse, während sie für die übrigen Glassorten sich auf Prüfung mittels der Farbreaktion beschränkt. Eine Veröffentlichung dieser Untersuchungen ist aus naheliegenden Gründen nicht zulässig, die Reichsanstalt ist aber im Stande, sowohl den wissenschaftlichen Instituten auf Befragen die besten Bezugsquellen für das zu ihren Zwecken benöthigte Glas anzugeben, als auch die Glashütten selbst über die Beschaffenheit ihres Glases fortgesetzt auf dem Laufenden zu halten. In der That ist es in letzter Beziehung mehrfach gelungen, die betheiligten Hüttenbesitzer zur Verbesserung der von ihnen hergestellten Glassorten zu bewegen.

In jüngster Zeit ist auch eine — gleichfalls auf Farbreaktion beruhende — Methode ermittelt worden, mittels deren man die aus dem Glase durch Wasser gelösten Bestandtheile quantitativ bestimmen kann. Die Empfindlichkeit der Methode erlaubt es, die von einem Tage zum anderen fortschreitende Verunreinigung des in Glasflaschen aufbewahrten destillirten Wassers genau festzustellen. Auf Grund des neuen Verfahrens gelingt es leicht, ein Urtheil über den Werth der für wissenschaftliche Zwecke bestimmten Glasgefässe zu gewinnen, was von grossem Werthe ist, da die Schwierigkeiten in der Beschaffung haltbarer Gefässe allseitig übel empfunden werden.

Platin-untersuchungen.

Seit Frühjahr 1890 ist das chemische Laboratorium mit einer Prüfung der Methoden für Trennung der verschiedenen Platinmetalle beschäftigt. Für die Herstellung der Lichteinheit und für viele andere physikalische Zwecke ist es von grosser Bedeutung, durchaus reines Platin zu besitzen, welches aber bisher im Handel nicht zu erlangen war. Das reinste käufliche Platin, das von den Herren Johnsen, Matthey & Co. in London zu beziehen ist, enthält noch etwa 0,02 Prozent Verunreinigungen, besonders Silber und Rhodium. Das in Deutschland hergestellte Platin war bisher noch weit weniger rein. Auf Veranlassung und unter Mitwirkung der Reichsanstalt ist es nunmehr Herrn W. C. Heraeus in Hanau gelungen, die Reinigung des Platins noch wesentlich weiter als die Engländer zu treiben und die Verunreinigungen bis auf 0,01 Prozent (vorzugsweise Iridium) zu erniedrigen. Ein Metall von diesem Grad der Reinheit ist für wissenschaftliche Arbeiten schon so werthvoll, dass hier ein entschiedener Erfolg der deutschen Gewerbthätigkeit vorliegt. Im Laboratorium gelingt es übrigens durch ein einfaches hier nicht näher zu beschreibendes Verfahren, aus dem Platin auch noch die letzten Verunreinigungen zu entfernen.

Die Analyse der Platinmetalle ist nicht einfach und erfordert grosse Uebung. Man bedient sich dabei zumeist der vortrefflichen Methoden, welche Stas, Deville und Debray auf Grund langjähriger Versuche bekannt gemacht haben. In der Reichsanstalt war man jedoch bestrebt, auch andere Methoden hierfür nutzbar zu machen. Insbesondere wurde die Trennung des Platins von seinen Verunreinigungen durch Erhitzen in einem Strome von Chlor und Kohlenoxyd versucht. Dabei verflüchtigt sich das Platin, indem es sich mit den Gasen verbindet, während die Beimengungen zurückbleiben sollten. Die an dieses Verfahren geknüpften Hoffnungen haben sich auch zum Theil als zutreffend erwiesen. Mit Hilfe desselben können z. B. die im Platin bisweilen vorhandenen Spuren von Silber und ähnlichen Metallen aufgefunden werden.

Die flüchtigen Verbindungen aus Platinchlorid und Kohlenoxyd sind schon vor 20 Jahren von Schützenberger mit grosser Sorgfalt untersucht und beschrieben worden; die gegenwärtige Untersuchung hat aber ihre Kenntniss nicht unwesentlich vervollständigt. Es gelang nämlich, die Substanzen in wässrige Lösung überzuführen und daraus durch doppelte Umsetzung eine Reihe krystallisirter Abkömmlinge herzustellen, deren Zahl man beliebig vergrössern könnte. Es wurde der Nachweis geführt, dass alle jene Verbindungen ein festes Radikal $(PtCO)^{II}$ enthalten, aus welchem das Kohlenoxyd

nur unter bestimmten Bedingungen in gasförmigem Zustande zurückgewonnen werden kann. Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben zwar vorwiegend theoretisches Interesse, die chemische Forschung wird aber auch die kohlenoxydhaltigen Platinverbindungen zur Charakterisirung organischer Basen verwerthen können.

Aus einer Lösung der flüchtigen Platinverbindungen lässt sich zwar das Metall leicht isoliren, gleichwohl eignet sich das ganze Verfahren seiner Umständlichkeit wegen nicht zur technischen Reinigung des Platins.

Gewinnung reinen Zinks. In der letzten Zeit wurden die Arbeiten des chemischen Laboratoriums auch auf Gewinnung reinen Zinks ausgedehnt, dessen Verwendung für elektrische Fundamentalarbeiten von der allergrössten Bedeutung ist. Das im Handel als chemisch rein bezeichnete Zink ist immer noch mit Blei, oft auch mit Eisen, Kadmium, Schwefel, Phosphor, Arsen und vielen anderen Stoffen verunreinigt. Die bisherigen Ergebnisse der bezüglichen noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen haben zu der Erkenntniss geführt, dass für die Darstellung reinen Zinks die chemische Reinigung auf nassem Wege, die Elektrolyse und die Destillation in der Luftleere zusammenwirken müssen.

Mit den chemischen Arbeiten sind zur Zeit 1 Mitglied und 1 wissenschaftlicher Hilfsarbeiter beschäftigt.

Indikatorprüfungen. Ausser den vorstehend aufgeführten Arbeiten sind endlich noch Vorbereitungen für die Prüfung von Indikatoren zu erwähnen. Die Erledigung dieser für den Betrieb von Kraftmaschinen wichtigen Aufgabe war wegen der Beschränkung an Raum und Hilfskräften bis jetzt noch nicht möglich.

Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

I. Aus dem Arbeitsgebiet der ersten Abtheilung.

1. Karl Scheel.	Die Ausdehnung des Wassers mit der Temperatur. — Oktober 1890. — (Besonders veröffentlicht.)

II. Aus dem Arbeitsgebiet der zweiten Abtheilung.

(Bis auf Nr. 9 und Nr. 25 veröffentlicht in dieser Zeitschrift.)

a) betreffend Thermometer.

2. H. F. Wiebe.	Ueber Siedethermometer. — Oktober 1888.
3. H. F. Wiebe.	Ueber die Standänderungen der Quecksilberthermometer nach Erhitzung auf höhere Temperaturen. — November 1888.
4. Albr. Böttcher.	Ueber den Gang der Eispunktsdepression. — Dezember 1888.
5/6. H. F. Wiebe u. A. Böttcher.	Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas in Temperaturen zwischen 100 und 300 Grad. I. Beschreibung der zu den Versuchen benutzten Thermometer und Hilfsapparate. — Januar 1890. II. Die Versuche und ihre Ergebnisse. — Juli 1890.
7. H. F. Wiebe.	Ueber die Verwendung der Quecksilberthermometer in hohen Temperaturen. — Juni 1890.
8. H. F. Wiebe.	Weitere Vergleichungen von Quecksilberthermometern aus verschiedenen Glassorten zwischen 0 und 100 Grad. — Dezember 1890.

b) betreffend Aneroidbarometer.

9. H. F. Wiebe.	Vergleichende Prüfung mehrerer Aneroidbarometer. — Juli 1890. — (*Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.*)
10. H. F. Wiebe.	Untersuchungen über die Temperaturkorrektion der Aneroide Vidi-Naudet'scher Konstruktion. — Dezember 1890.

c) betreffend elektrische Messungen.

11. Dr. K. Feussner u. Dr. St. Lindeck.	Metalllegirungen für elektrische Widerstände. — Juli 1889.
12/13. Dr. K. Feussner.	Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. I. Die Einzelwiderstände für höhere Beträge. — Januar 1890. II. Die Einzelwiderstände für kleinere Beträge. — Dezember 1890.
14. Dr. K. Feussner.	Ein Kompensationsapparat für Spannungsmessung. — April 1890.

d) betreffend optische Untersuchungen.

15. Dr. O. Lummer u. Dr. E. Brodhun.	Ersatz des Photometerfettflecks durch eine rein optische Vorrichtung. — Januar 1889.
16. dieselben.	Photometrische Untersuchungen. I. Ueber ein neues Photometer. — Februar 1889.
17. dieselben.	Photometrische Untersuchungen. II. Lichtmessung durch Schätzung gleicher Helligkeitsunterschiede (Kontrastphotometer). — Dezember 1889.
18. dieselben.	Photometrische Untersuchungen. III. Vergleichung der deutschen Vereinskerze und der Hefner-Lampe mittels elektrischer Glühlichter. — April 1890.

e) betreffend Stimmgabeln.

19. Dr. L. Loewenherz. Ueber die Herstellung von Stimmgabeln. — August 1888.

20/21. Dr. A. Leman. Ueber die Normalstimmgabeln der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die absolute Zählung ihrer Schwingungen.
I. Vorbemerkungen. — März 1890.
II. Ausführung der Beobachtungen. — Mai u. Juni 1890.

f) betreffend Schraubengewinde.

22. Dr. L. Loewenherz. Ueber die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik. — November 1889.

23. Dr. L. Loewenherz. Der Stand der Arbeiten für Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feinmechanik. — September 1890.

g) betreffend Anlauffarben der Metalle.

24. Dr. L. Loewenherz. Die Anlauffarben des Stahls. — September 1889.

25. Dr. L. Loewenherz. Ueber die Anlauffarben der Metalle und ihre Verwendung in der Technik. — (*Verhandlungen der polytechnischen Gesellschaft zu Berlin, Februar 1890*, und *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses. — April 1890.*)

h) betreffend chemische Untersuchung des Glases.

26. Dr. F. Mylius. Ueber die Störungen der Libellen. — August 1888.

27. Dr. F. Mylius. Ueber die Störungen der Libellen. — Dezember 1888.

28. Dr. F. Mylius. Die Prüfung der Oberfläche des Glases durch Farbreaktion. — Februar 1889.

29. Dr. F. Mylius u. Dr. F. Foerster. Ueber die Löslichkeit der Kali- und Natrongläser im Wasser. — April 1889.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Mai 1891.** Fünftes Heft.

Ueber eine Herstellung von Normalquecksilberwiderständen.

Von

Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

In dem folgenden Aufsatz soll über die Ausmessung von drei Normalrohren und ihre elektrische Vergleichung unter einander berichtet werden. Die Rohre sind dazu bestimmt, bis zur Herstellung von Urnormalen seitens der physikalischen Abtheilung der Reichsanstalt als Hauptnormale des Widerstandes zu dienen.

Eine zweite Mittheilung wird die Beobachtungen enthalten, welche sich auf die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes des Quecksilbers von der Temperatur, den Anschluss von Drahtwiderständen und die Vergleichung der drei Rohre mit solchen Normalwiderständen beziehen, deren Werth in (legalen) *Ohm* von anderen Seiten ermittelt worden ist.

Das Ziel der Untersuchung bestand darin, den Widerstand der Quecksilbernormale in *Ohm* [1 *Ohm* = 1,06 Siemens-Einheit] bei 18° festzustellen.

Es wurde davon abgesehen, alle Messungen in der Nähe von 0° zu machen, weil die hiermit verbundenen experimentellen Schwierigkeiten beträchtlich sind und zudem die elektrischen Messungen durch Thermoströme verfälscht werden, falls es nicht möglich ist, den ganzen Beobachtungsraum auf 0 Grad abzukühlen; die Unsicherheit in der Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des Quecksilbers wird jedenfalls nicht grösser sein als der Einfluss der angeführten Fehlerquelle.

Der Widerstand eines mit Quecksilber gefüllten Normalrohres bei 18° in (legalen) *Ohm* ergiebt sich aus der Formel:

$$W = \frac{\sigma}{1,06} \, \frac{C[L + a(r_1 + r_2)]}{\frac{M}{LD}}.$$

Hierin bedeutet

- σ den spezifischen Widerstand des Quecksilbers,
- D die spezifische Dichte desselben,
- L die Länge des Rohres in Meter,
- M die Masse Quecksilber, welche das Rohr ausfüllt, in Gramm,
- C die Kaliberkorrektion des Rohres,
- a den Faktor für den Ausbreitungswiderstand,
- r_1 und r_2 die Halbmesser der Endquerschnitte in Meter.

Alle Grössen beziehen sich auf die Temperatur von 18°.

Der Quotient M/LD stellt den mittleren Querschnitt dar. Die jetzige Definition des (legalen) *Ohm* hängt also, wie schon von anderer Seite hervorgehoben wurde, von dem Verhältniss der Masse eines Liter Wassers bei 4° C zu der

Masse des Normalkilogramms ab; da dieses Verhältniss um 0,0001 unsicher ist, so benutzt man vielleicht zur Ermittlung des Querschnitts eine andere Längeneinheit als bei der Längenmessung.

Zu der Untersuchung standen als Normale zur Verfügung:

Ein Normalmeter der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission (Hauptnormal Nr. 3); ein von derselben Behörde bestimmtes 100 *g*-Stück und zwei Normalthermometer. Die auf das Luftthermometer bezogenen Korrektionen der letzteren sind im April 1889 und im September 1890, zuletzt durch Vergleichung mit einem in Breteuil untersuchten Thermometer Tonnelot Nr. 4636 ermittelt worden.

Für die Konstanten wurden die folgenden Werthe angenommen:

Die spezifische Dichte des Quecksilbers bei 0° zu 13,5956;
der mittlere Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers zwischen 0° und
20° nach Regnault-Broch zu 0,0001818;
der mittlere kubische Ausdehnungskoeffizient der benutzten Glassorte[1])
zwischen 0° und $t°$ zu . . . . $[220 + 0,2\,t]\ 10^{-7}$;
der Faktor für den Ausbreitungswiderstand a zu . . . . 0,82[2]).

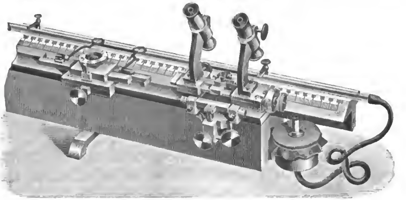


Fig. 1.

Die bei der Untersuchung verwandten Rohre aus Jenaer Normal-Thermometerglas von ungefähr 2 *m* Länge, 8 *mm* äusserem Durchmesser und etwa 1 *mm* lichter Weite waren in den Jahren 1887 und 1888 von der Firma Schott und Genossen bezogen worden. Diese Glassorte hat bekanntlich vor anderen den Vortheil sehr geringer thermischer Nachwirkung voraus.

Die vorliegende Arbeit wurde unter Leitung von Herrn Dr. Strecker, dem damaligen Vorsteher des elektrotechnischen Laboratoriums der Reichsanstalt, begonnen, und es konnten somit werthvolle frühere Erfahrungen[3]) bei der Ausmessung der Rohre benutzt werden.

1. Kalibrirung.

Die Kalibrirung der Rohre geschah mit dem in Fig. 1 abgebildeten Apparate, welcher von Herrn C. Bamberg in Friedenau zu diesem Zweck konstruirt war.

[1]) Wiebe, *diese Zeitschr. 1890. S. 234.*

[2]) Benoit, *Constructions des Étalons Prototypes etc.* Paris, 1885. Gauthier-Villars S. 6. Lord Rayleigh and Mrs. H. Sidgwick: *On the specific resistance of mercury. Phil. Trans. Vol. 174. S. 176.*

[3]) Strecker, Ueber eine Reproduktion der Siemens'schen Quecksilbereinheit. Aus d. *Abhandl. der k. bayer. Akademie der Wiss.* II. Kl. XV. Band. II. Abth. München 1885.

Auf einer Metallschiene von 1 *m* Länge, welche mit dem Untergestell aus einem Stück gegossen ist, sind in schwalbenschwanzförmiger Führung zwei Schlitten verschiebbar. Auf dem linken Schlitten befindet sich eine Vorrichtung für schnelle Beurtheilung des Kalibers des Rohres. Ein Zahnrad, auf dessen Axe eine getheilte Scheibe befestigt ist, bewegt nämlich zwei Zahnstangen, mit denen zwei Diopter fest verbunden sind, nach entgegengesetzten Seiten. Die Enden eines Quecksilberfadens werden mit zwei in den Dioptern befindlichen Haaren zur Deckung gebracht und seine Länge in Millimetern zwischen den Grenzen 35 bis 70 *mm* wird direkt an der Scheibe abgelesen, deren Umfang sich an einer festen Marke vorbeibewegt. Das Rohr liegt dabei, durch Klammern gehalten, in der Nuthe eines 2 *m* langen Holzmaassstabes, welcher parallel zu der Metallschiene verschoben und in jeder Lage festgeklemmt werden kann.

Die definitive Kalibrirung wird mit der in der Figur rechts sichtbaren Vorrichtung ausgeführt. Die beiden Mikroskope können mit Hilfe eines kleinen, genau getheilten Metallmaassstabes, der an Stelle des zu kalibrirenden Glasrohres untergelegt wird, auf jede Entfernung innerhalb der Grenzen von 35 bis 70 *mm* eingestellt werden. Das eine Mikroskop wird dann festgeklemmt, worauf das andere nur noch mit einer Feinverschiebung bewegt werden kann, deren Betrag an einer Trommel abgelesen wird und sich im Ganzen auf 3 *mm* beläuft. Die Ganghöhe der Mikrometerschraube ist 0,5 *mm* und der Umfang der Trommel in zehn gleiche Theile getheilt, so dass man noch 0,01 *mm* schätzen kann. Bei der Einstellung der Mikroskope auf die Enden des Kalibrirfadens wurde jedoch immer auf den nächstgelegenen Theilstrich abgerundet. Die ganzen Umdrehungen der Schraube werden an einer kleinen Skale (links neben der Trommel) gezählt, welche sich mit dem Mikroskop vor einem festen Index verschiebt. Die Entfernung der beiden Mikroskope wurde, wenn die Feinverschiebung auf dem mittleren Theilstrich der Skale einstand, ungefähr auf die mittlere Fadenlänge eingestellt, deren Werth durch die vorläufige Kalibrirung der Rohre angenähert bekannt war.

Die Methode der Kalibrirung mit einem Quecksilberfaden ist genau die von Strecker angewandte (a. a. O. S. 5 bis 10) und es wird wegen der Bezeichnungen auf diese Arbeit verwiesen. Der Kalibrirfaden, dessen Länge in den meisten Fällen etwa 50 *mm* betrug, wurde mit Hilfe einer kleinen in der Figur sichtbaren Luftdruckvorrichtung von Zentimeterstrich zu Zentimeterstrich verschoben. Eine auf dem Rohr angebrachte Marke war in die Verlängerung des Nullstrichs des Holzmaassstabes eingestellt, so dass das Rohr auch nachträglich jederzeit wieder auf dem Holzmaassstab orientirt werden konnte. Hatte man das Rohr auf 1 *m* Länge durchgemessen, so wurde der Holzmaassstab mit dem Rohr um ein Meter verschoben und dann die zweite Hälfte des Rohres kalibrirt.

Aus den ungefähr 2 *m* langen Rohren wurde später das gleichförmigste Stück an Stellen herausgeschnitten, in deren Nachbarschaft sich der Querschnitt nur wenig änderte. Die Kaliberkorrektionen an den Enden waren dann bekannt und brauchten nicht durch Extrapolation ermittelt zu werden. Von 68 vorläufig untersuchten Rohren wurden die 10 besten zur endgiltigen Kalibrirung ausgewählt. Die Kaliberkorrektionen C lagen zwischen 1,000036 und 1,000256; die Rohre hatten also einen recht gleichmässigen Querschnitt.

Die Berechnung der Kaliberkorrektion gestaltet sich einfacher, wenn man nicht die von Strecker angegebene Endformel benutzt, sondern von der in dessen Abhandlung auf Seite 7 angeführten strengen Formel:

$$W' = \frac{l^2}{V}\left[\Sigma\lambda\Sigma\frac{1}{\lambda} + \frac{nl}{S}\Sigma K\right]$$

ausgeht. Hierin bedeuten: W' den Widerstand des Rohres, welches man sich in eine Anzahl Abschnitte von der ungefähren Länge des Kalibrirfadens getheilt denken muss, l die Länge eines solchen Rohrabschnittes, V das Volumen des ganzen Rohres, λ die gemessene Fadenlänge, n die Zahl der Beobachtungen, S die mittlere Fadenlänge und ΣK ein sehr kleines Korrektionsglied. Durch Multiplikation und Division mit n^2 ergiebt sich:

$$W' = \frac{n^2 l^2}{V}\left[\frac{1}{n^2}\Sigma\lambda\Sigma\frac{1}{\lambda} + \frac{l\Sigma K}{nS}\right].$$

Das erste Glied der Klammer ist der von Lord Rayleigh[1]) benutzte Ausdruck für die Kaliberkorrektion, das zweite ein Korrektionsglied, dessen Werth bei den obigen Rohren nicht über 4 Einheiten der sechsten Dezimale hinausgeht. Da $\Sigma\lambda = nS$ ist, so erhält man für die Kaliberkorrektion die leicht zu berechnende Formel:

$$C = \frac{1}{n}\left[S\Sigma\frac{1}{\lambda} + \frac{l\Sigma K}{S}\right].$$

Das zweite Glied der Klammer wurde in der von Strecker angegebenen Weise berechnet.

Um heurtheilen zu können, welchen Einfluss die Länge des Kaliberfadens auf das Resultat hat, wurde dasselbe Rohr Nr. 63 dreimal mit verschieden langen Fäden kalibrirt. Es ergab sich:

Mittlere Fadenlänge	C
36,2 *mm*	1,000225
46,6 „	1,000219
62,0 „	1,000218.

Von den 10 kalibrirten Rohren wurden zwei mit möglichst verschiedenen Kaliberkorrektionen und eines mit einer mittleren Korrektion zu den weiteren Messungen ausgewählt.

Tafel A. — Kalibrirung.

Rohr I (Nr. 36) $s = 49{,}80$ *mm*			Rohr II (Nr. 42) $s = 52{,}00$ *mm*			Rohr III (Nr. 53) $s = 54{,}20$ *mm*		
$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$
− 1,20	+ 0,25	+ 0,35	+ 0,45	− 0,30	+ 0,30	− 0,15	+ 0,50	− 0,25
10	20	35	35	30	30	10	35	20
00	15	30	30	25	20	00	20	10
0,90	05	20	15	30	15	+ 0,05	15	05
85	00	05	05	40	15	10	− 0,10	05
80	− 0,05	− 0,15	− 0,15	55	20	10	20	00
80	05	25	35	55	25	15	30	00
80	15	30	45	60	35	10	35	00
80	30	35	55	65	45	05	45	00
75	40	30	65	50	45	00	55	05
70	55	20	75	50	55	00	55	05
55	60	05	85	45	65	− 0,05	55	10

[1]) A. a. O. S. 175.

Rohr I (Nr. 36) $s = 49{,}80\ mm$			Rohr II (Nr. 42) $s = 52{,}00\ mm$			Rohr III (Nr. 53) $s = 54{,}20\ mm$		
$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$	$\lambda - s$
− 0,50	− 0,60	+ 0,05	− 0,95	− 0,35	+ 0,70	− 0,10	− 0,45	− 0,15
45	65	10	1,10	25	85	05	40	20
40	55	15	20	15	95	05	35	15
50	55	20	35	10	1,05	05	20	25
50	50	20	35	+ 0,05	10	00	20	20
45	40	25	40	10	15	00	20	20
40	25	35	30	10	20	00	15	15
30	20	50	20	10	20	00	20	20
20	15	60	15	− 0,05	15	+ 0,10	20	15
05	05	65	15	15	10	10	05	20
00	05	65	20	30	00	05	+ 0,05	30
+ 0,15	00	65	25	50	00	10	15	40
20	05	60	30	60	0,95	05	30	50
25	00	65	35	60	90	05	40	70
35	00	65	40	55	95	00	50	55
45	00	60	35	50	95	05	60	35
55	00	55	30	45	1,00	20	65	+ 0,15
55	00	45	20	35	00	20	70	35
60	00	35	15	25	10	25	70	40
55	+ 0,05	25	05	15	15	30	65	25
55	10	10	00	05	20	30	65	15
50	20	05	00	+ 0,10	20	25	65	− 0,25
50	30	− 0,05	0,95	20	15	25	60	50
50	35	10	1,00	35	05	20	55	55
55	30	15	00	50	05	30	50	
55	25	20	0,95	55	05	25	45	
55	15	20	95	70	05	25	30	
55	00	25	95	75	15	30	15	
55	− 0,05	15	95	65	25	35	00	
45	05	10	80	60	25	45	− 0,10	
40	00	00	70	50	30	55	15	
35	+ 0,15	+ 0,05	60	40	30	55	20	
30	0,25	10	40	35	30	55	20	
$S = 49{,}7978$			$S = 51{,}9752$			$S = 54{,}2329$		
$\Sigma \frac{1}{\lambda} = 2{,}71116$			$\Sigma \frac{1}{\lambda} = 2{,}59805$			$\Sigma \frac{1}{\lambda} = 2{,}32339$		
$n = 135$			$n = 135$			$n = 126$		
$\frac{l \Sigma K}{n S} = 0{,}000003$			$\frac{l \Sigma K}{n S} = 0{,}000003$			$\frac{l \Sigma K}{n S} = 0{,}000003$		
$C = 1{,}000076$			$C = 1{,}000256$			$C = 1{,}000036$		

In der Tafel A sind für diese drei Normalrohre die Beobachtungen, welche zur Ermittlung des Kalibers dienten, zusammengestellt; die Messungen in den später abgeschnittenen Theilen der Rohre sind weggelassen. Die Trommelablesungen wurden auf Millimeter reduzirt, und es bedeutet s die Entfernung der beiden Mikroskope, wenn der Index der Feinverschiebung auf dem mittleren Theilstrich der kleinen Skale einstand, und λ die jeweilige Fadenlänge; der Kaliberfaden wurde, wie oben erwähnt, um je 1 *cm* von dem einen Ende des Rohres (erste Spalte) bis zum anderen (dritte Spalte) verschoben.

Eine halbe Einheit der fünften Dezimale von C ist noch als richtig anzusehen.

2. Längenmessung.

Nachdem die Rohre kalibrirt und an bestimmten Stellen abgeschnitten waren, wurden an einer rotirenden Kupferscheibe mit Schmirgel nnd nachher mit Pariser Roth Endflächen möglichst senkrecht zur Rohraxe angeschliffen. Es gelang, die Kanten so scharf zu erhalten, dass direkt auf dieselben mit Mikroskopen eines Doppelmeter-Komparators eingestellt werden konnte. Zuerst bezog ich die Länge der Rohre in der von Strecker beschriebenen Weise auf einen 2 *m* langen Glasmaassstab, den ich mit dem Normalmeter verglichen hatte. Es wurden indess Plättchen aus Milchglas auf die Endflächen nicht aufgekittet, da die Messungen in dieser Anordnnng keine so gute Uebereinstimmung zeigten als solche, welche durch direkte Einstellung auf die Kanten erhalten wurden. Bei diesen Beobachtungen lag das Rohr in einer Nuthe nnd wurde durch den darauf gelegten Glasmaassstab gerade gerichtet. Später wiederholte Herr Dr. Leman die Messnngen zweimal auf der Längentheilmaschine der Reichsanstalt. Die Rohre waren dabei (ohne die Endgefässe) auf Vorschlag von Herrn Dr. Feussner in einer Metallschiene gelagert; die Einzelheiten der Einrichtung sind aus Fig. 2 (S. 177) ersichtlich. Diese Schienen erwiesen sich als recht praktisch, da sie das Rohr gerade richten und auch gegen Beschädigungen sehr gut schützen.

Da die Theilmaschine nur Längen von etwas über ein Meter direkt zu messen gestattet, so wurden in der Mitte der Rohre und in der Nähe der Enden sehr feine Striche senkrecht znr Rohraxe fast um den ganzen Umfang der Rohre mit einem Diamanten gezogen.

Bei dieser ersten Messung ergaben sich zwei Werthe für die Länge der Rohre, aus welchen man das Mittel bildete; einmal wurde nämlich auf einem Reichel'schen Komparator der Abstand der Endstriche von den benachbarten Kanten und dann auf der Theilmaschine der Abstand der Endstriche von dem Mittelstrich durch direkte Vergleichung mit dem Normalmeter gemessen. Ferner wurde zur Kontrole auch bei den Messungen mit der Theilmaschine auf die Kanten eingestellt.

Die Temperatur der Rohre suchte man dadurch zu ermitteln, dass auf das in der Fassung liegende Rohr, bis auf eine knrze Stelle in der Nachbarschaft des Mittelstrichs, Quecksilber gegossen wurde; auf dem Quecksilber lagen zwei Thermometer, deren Kngeln sich in Kupferklötzen befanden. Da ein Fehler in der Längenmessung mit dem doppelten Betrage in das Endresultat für den Widerstand eines Rohres eingeht, wurden diese Messungen im Februar 1891 wiederholt. Die benutzten Mikroskope waren schwächer als früher, und man stellte direkt anf die Kanten und auf einen in der Mitte des Rohres aufgebrachten Aetzstrich ein. An den Stellen, in deren Nähe gemessen wurde, war die Oberfläche des Glases durch Aetzen mattirt, um störendes Reflexlicht zu beseitigen. Die Rohre befanden sich mit den Fassungen in einem Wasserbade, um die Temperatur sicherer ermitteln zu können; nur die beiden Enden des Rohres und ein kleines Stück neben dem Mittelstrich waren nicht von Wasser bespült.

Die folgende Tafel B enthält die Resultate der beiden auf der Theilmaschine und der von mir ausgeführten Längenmessungen. Die Länge des Lumens ist das Mittel aus Messungen in zwei diametral entgegengesetzten Lagen des Rohres, da die Endflächen auf der Rohraxe nicht genau senkrecht stehen. Der Unterschied der Längen in den beiden Lagen des Rohres betrug etwa 0,01 *mm*. Die Messungen wurden mit dem linearen Ausdehnungskoeffizienten der Glassorte auf 18° reduzirt.

Tafel B. — Längenmessung.

Datum	I	II	III	
Mai 88.	1,302761 m	1,339959 m	1,249255 m	
Juli 90.	67	47	39	
Febr. 91.	71	71	59	
	1,302766 m	1,339959 m	1,249251 m	Mittel.
	± 0,000005	± 0,000012	± 0,000011	Mittl. Fehler einer Messung.
	± 0,000002	± 0,000005	± 0,000004	wahrscheinl. Fehler des Resultats.

3. Auswägungen.

Um den Quecksilberinhalt der Rohre zu finden, wurden sie in Endgefässen D (Fig. 2) mit Korken befestigt, welche durch Guttaperchakitt gegen das Eindringen von Wasser geschützt waren. In die beiden Endgefässe konnten nach

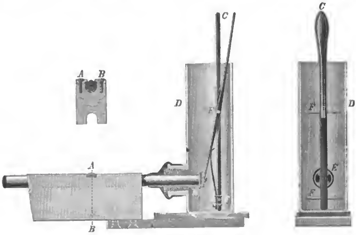


Fig. 2.

Angabe von Herrn Dr. Feussner gefertigte Verschlussfedern C eingeschoben werden; ein in einem kleinen Kugelgelenk bewegliches Elfenbeinplättchen E derselben schliesst das Rohr quecksilberdicht ab. Der Vortheil dieser Verschlussfeder besteht darin, dass sie mit Hilfe der in der Rückansicht des Endgefässes hervortretenden Führungsstifte FF das Rohr auch unter Quecksilber immer sicher abzuschliessen gestattet.

Das Verfahren bei einer Auswägung war das folgende: Das Rohr befand sich in einem grossen, etwa 2 m langen Wasserbade (Fig. 3 a. S. 180), dessen äussere Wandung mit Filz umkleidet war. Die Temperatur des Bades las man an den beiden Normalthermometern TT ab, deren eines in 0,02°, das andere in 0,05° getheilt ist; es wurde Sorge getragen, die Auswägungen zu einer Zeit vorzunehmen, in welcher die Temperatur des für solche Messungen wenig geeigneten Beobachtungsraumes sich nur unbeträchtlich änderte. Das Wasser wurde

dadurch umgerührt, dass man mit einem Blasebalg Luft durch eine am Boden des Wasserbades liegende Messingröhre blies, welche einseitig verschlossen und mit einer Anzahl seitlicher Ausströmungsöffnungen versehen war.

Die Flasche mit dem zu den Auswägungen benutzten, chemisch gereinigten und destillirten Quecksilber stand in dem Wasserbade. Zunächst wurde so viel Quecksilber in das eine Endgefäss gegossen, dass es langsam das Rohr durchströmte und tropfenweise in das zweite Endgefäss fiel; sodann sperrte ich das Rohrende in letzterem durch eine Verschlussfeder ab. Wenn das Rohr etwa eine Stunde im Wasser war, wurde auch das unter Quecksilber befindliche Rohrende im ersten Endgefäss durch eine ganz gleiche Feder abgedichtet, nachdem man vorher die Temperatur abgelesen hatte. Der Quecksilberinhalt des Rohres war somit zwischen den Elfenbeinplättchen der beiden Verschlussfedern abgegrenzt[1]). Darauf sog ich das Quecksilber aus den Endgefässen ab, und der Inhalt des Rohres konnte dann in ein über das Rohrende geschobenes Auffangefläschchen entleert und gewogen werden.

Die grösseren Stücke des zu den Wägungen benutzten Gewichtssatzes von Westphal aus platinirtem Messing waren auf einer empfindlichen Präzisionswaage, die kleineren (von 2 *g* abwärts) auf einer Stückrath'schen Spitzenwaage ausgeglichen, deren Empfindlichkeit etwa 40 Skalentheile für das Milligramm betrug. Die Wägungen selbst wurden auf einer Westphal'schen Waage ausgeführt, welche 0,1 *mg* sicher zu wägen gestattete. Bei der Reduktion der Wägungen auf den leeren Raum nahm ich für die Dichtigkeit der Luft den mittleren Werth 0,0012; die Aenderungen des Luftgewichts sind nicht berücksichtigt, da andere Fehlerquellen überwiegen.

Die Rohre wurden häufig mit konzentrirter Schwefelsäure, Kaliumbichromat und destillirtem Wasser gereinigt und durch einen Strom trockener Luft von aller Feuchtigkeit befreit. Bei dieser Art der Reinigung war nicht zu bemerken, dass kleine Quecksilbertröpfchen im Rohr hängen blieben.

Eine grössere Anzahl von Auswägungen ist in der Weise angestellt worden, dass nur ein Rohrende mit einer Feder der beschriebenen Form verschlossen wurde. Die so erhaltenen Resultate stimmten indess weniger gut untereinander überein, und man konnte auch beobachten, dass der Quecksilberfaden nicht immer bis an die Verschlussfeder heranging; die Beobachtungen lieferten fast durchgängig niedrigere Werthe, als die in der folgenden Tafel zusammengestellten und wurden für das Resultat nicht berücksichtigt.

In der Tafel *C* (a. S. 179) sind die auf 18° bezogenen Massen der Quecksilberfüllungen in Gramm enthalten. Die Beobachtungstemperaturen waren in einzelnen Fällen um einen Grad von 18° verschieden. Die korrigirten Angaben der beiden Thermometer unterschieden sich meist nur um wenige hundertstel Grad; bei einigen Versuchen jedoch belief sich der Temperaturunterschied an beiden Enden des Wasserbades auf 0,1°.

Die hier angeführten Beobachtungen wurden im Oktober 1890 und Februar 1891 gemacht, der horizontale Strich unter einer Beobachtung jeder Spalte trennt die beiden Gruppen; wie man sieht, kamen gerade bei den Beobachtungen im Februar, welche als Kontrolbestimmungen dienen sollten, grössere Abweichungen

[1]) Passavant, Ueber eine Reproduktion der Siemens'schen Quecksilbereinheit. *Wied. Ann.* **40.** *S. 510. (1890.)*

vor. Trotz aller Vorsicht konnte ein Tröpfchen, das nicht zur Füllung gehörte, doch in das Auffangegefäss kommen oder ein zum Quecksilberinhalt gehöriges nicht mit demselben vereinigt werden. Es wurde indessen davon abgesehen, die Beobachtungen zu häufen, da der grösste wahrscheinliche Fehler eines Resultats (Rohr III) noch nicht 0,00001 des Werthes beträgt.

Tafel C. — Auswägungen.

	Rohr I	Rohr II	Rohr III
	21,30633 *g*	23,72827 *g*	22,05737 *g*
	614	907	716
	641	860	677
	663	848	703
	657	833	533
	698	850	791
	803	829	803
	649	838	641
		966	
Mittel:	21,30670	23,72862	22,05700
Red. auf d. leeren Raum:	— 0,00115	— 0,00128	— 6,00119
Wahres Gewicht bei 18°:	21,30555 *g*	23,72734 *g*	22,05581 *g*
Wahrsch. Fehl. d. Result.:	± 0,00014	± 6,00010	± 0,00021
Mittl. Fehler einer Beob.:	± 0,00059	± 6,00046	± 0,00086

4. Resultate der geomstrischen Ausmessung.

Bei der Kontrole des berechneten Widerstandes der Rohre durch die elektrische Bestimmung ihres Verhältnisses braucht der absolute Werth des spezifischen Widerstandes des Quecksilbers nicht bekannt zu sein und wir können ihn für diesen Zweck gleich 1 setzen. Die zu der Berechnung des Widerstandes der drei Rohre nöthigen Angaben (auf 18° bezogen) sollen hier nochmals zusammengestellt werden. Das Produkt $a\ (r_1 + r_2)$ ist wie bei Strecker berechnet. Durch Einsetzen der Grössen in die oben angeführte Formel für W können wir für jedes Rohr das Verhältniss W/σ berechnen. Die spezifische Dichte des Quecksilbers bei 18° ist zu 13,5512 angenommen.

	Rohr I	Rohr II	Rohr III
C	1,000076	1,000256	1,000036
L	1,302766 *m*	1,339959 *m*	1,249251 *m*
$a\ (r_1 + r_2)$	0,001022 *m*	6,001049 *m*	6,001060 *m*
M	21,30555 *g*	23,72734 *g*	22,05581 *g*
W/σ	1,619261	0,968404	6,905382

Der wahrscheinliche Fehler der Werthe W/σ kann für

Rohr	I	II	III
auf	0,000009	0,000007	0,000011

geschätzt werden.

5. Elektrische Messungen.

Die Anordnung für die elektrische Bestimmung des Verhältnisses zweier Rohre nach der Methode der Wheatstone'schen Brücke ist aus Fig. 3 ersichtlich. Die drei Rohre, deren Endgefässe stets bis zur gleichen Höhe mit Quecksilber gefüllt waren, befanden sich nebeneinander in dem Bade, welches schon bei der Auswägung benutzt war. Je zwei der auf der linken Seite der Figur angedeuteten Endgefässe der beiden zu vergleichenden Rohre *RR* konnten durch starke, amalgamirte Kupferbügel von etwa 50 *Mikrohm* Widerstand verbunden werden, von deren Mitte die Zuleitung nach dem Galvanometer führte; der Widerstand dieser Verbindung kommt somit nicht in Betracht. Die Kupferbügel tauchten nur während der Dauer der Messung in die Endgefässe; eine Verunreinigung des im Rohr befindlichen Quecksilbers war somit nicht zu befürchten, zumal die Rohre, wie aus den weiter unten gemachten Angaben hervorgeht, häufig frisch gefüllt wurden. Ausserdem ist auch bekannt, dass ein geringer Gehalt anderer Metalle die Leitungsfähigkeit von Quecksilber sehr wenig beeinflusst. Vor Platinzuleitungen haben die Kupferbügel den Vorzug voraus, dass man sich auf guten Kontakt mit dem Quecksilber verlassen kann.

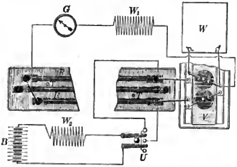


Fig. 3.

Die beiden durch einen Bügel verbundenen Rohre *R* bildeten zwei Zweige der Brücke, während in den beiden anderen sich zwei Widerstandsbüchsen *V* aus Patentnickeldraht ($\alpha = 0{,}00020$) befanden, deren Werthe bei 20° sehr nahe 100 *Ohm* betrugen. Die Form der Büchsen und die Einrichtung des Petroleumbades, in welches sie eintauchten, ist schon in *dieser Zeitschrift* (*Januar 1890, S. 6*) beschrieben worden. Die Flüssigkeiten beider Bäder wurden durch Einblasen von Luft in Bewegung gesetzt und ihre Temperatur wurde an Thermometern abgelesen.

Von den beiden anderen Endgefässen der zwei Rohre führten starke Kupferbügel von etwa 60 *Mikrohm* Widerstand zu Quecksilbernäpfen, in welche auch die Zuleitungen der Büchsen *V* eintauchten. Der Messstrom wurde in diesen beiden Endgefässen zu- und abgeleitet, so dass sich der Widerstand der Verbindungsbügel zu 100 *Ohm* addirt, also zu vernachlässigen ist. Die beiden anderen Zuleitungen der Büchsen *V* tauchten in einen Quecksilbernapf, von welchem die zweite Verbindung nach dem Galvanometer *G* führte.

Parallel zu einer der Büchsen *V* konnten mit Hilfe starker Kupferdrähte, deren Widerstand nicht in Betracht kam, in einer willkürlichen Einheit genau bekannte Widerstände *W* geschaltet werden; dieselben waren in den beiden hintereinander verbundenen Normalwiderstandskästen des Laboratoriums enthalten und ebenfalls aus Patentnickel gefertigt. Die Kästen umfassen in 6 *Dekaden* die Widerstände von 0,1 bis 100000 *Ohm* und wurden während der Dauer der Untersuchung dreimal in sich kalibrirt. Die Widerstandsrollen befinden sich in Petroleum, welches zwei von einem kleinen Elektromotor getriebene Turbine

in fortwährender Bewegung erbielten. Anch hier konnte die Temperatur ermittelt werden. Der Widerstand der beiden Verzweigungsbüchsen von 100 *Ohm*, welche anf mehr als 0,0001 ihres Wertbes einander gleich waren, wurde in derselben Einheit gemessen, die den beiden Widerstandskästen zu Grunde lag. Der Widerstand, der in *W* hätte eingeschaltet werden müssen, um bei Stromschluss im Galvanometer keinen Ausschlag zu erhalten, ergab sich durch Interpolation in dem einen Kasten.

Zu den Beobachtungen stand ein astatisches Galvanometer von Siemens & Halske zur Verfügung, in welches Spulen von geringem Widerstand (etwa 1,5 *Ohm*), hintereinander verbunden, eingesetzt waren. In dem Galvanometerstromkreis befand sich noch ein Ballastwiderstand W_1 von 20 *Ohm*, um den Einfluss etwa auftretender Thermoströme zu verringern. Die Ablenkungen des Spiegels wurden aus 5 *m* Entfernung mit einem 60fach vergrössernden Fernrohr beobachtet. Leider ist der Beobachtungsraum nicht entfernt erschütterungsfrei; trotzdem fielen die elektrischen Messungen, dank der hohen Empfindlichkeit der Anfstellung, recht befriedigend aus, wie aus den weiter unten mitgetheilten Zahlen hervorgehen wird.

Eine grosse Akkumulatorenbatterie *B* lieferte den durch einen Vorschaltwiderstand W_2 regulirbaren Messstrom in der Stärke von etwa $^1/_4$ *Ampere*. Bei den Messungen wurde die Richtung des Hauptstroms mit dem Umschalter *U* umgekehrt, ferner wurde die geringe Ungleichheit der beiden Büchsen von 100 *Ohm*, V_1 und V_2, durch Vertauschen eliminirt.

Das Verhältniss des Widerstandes zweier Rohre ist durch die Gleichung gegeben:

$$\frac{R}{R'} = \frac{V + W}{W}.$$

V bedeutet hierin das arithmetische Mittel des Widerstandes der Büchsen V_1 und V_2 und *W* den im Nebenschluss liegenden Widerstand, beide auf dieselbe Einheit und dieselbe Temperatur bezogen.

Da der Widerstand *W* bei den Vergleichungen zwischen 800 und 1900 *Ohm* lag, so war das gesuchte Verhältniss etwa auf 0,00001 bekannt, wenn die Widerstände *V* und *W* einzeln auf 0,0001 ihres Werthes gegeben waren. In Wirklichkeit hatte man aber die relativen Korrektionen auf einige Hunderttausendstel genau bestimmt. Eine Temperaturdifferenz von 1° zwischen *V* und *W* machte also, da der Temperaturkoeffizent der benutzten Widerstände, wie erwähnt, 0,00020 betrug, erst 2 Hunderttausendstel im Resultat aus. Bei der Berechnung sind gleichwohl die beobachteten Temperaturdifferenzen (von höchstens 0,3°) berücksichtigt worden.

Eine Vergleichung der drei Rohre in allen Kombinationen soll vollständig angeführt werden, um das angewandte Verfahren zu erläutern. In der Spalte für A sind die im Galvanometer beobachteten Ausschläge in Skalentheilen verzeichnet, wenn der parallel geschaltete Widerstand *W* die in derselben Spalte angegebenen Werthe hatte; die Zeichen *a*, *b* und *1*, *2* bezeichnen die verschiedenen Lagen der Büchsen *V* und diejenigen des Stromwenders. Aus den Ausschlägen kann derjenige Widerstand W_i in leicht ersichtlicher Weise interpolirt werden, der zu dem kleineren der beiden Widerstände *W* hätte zugeschaltet werden müssen, damit im Galvanometer kein Ausschlag erfolgt wäre. Zu dem Nennwerth von *W* muss noch eine Abgleichungskorrektion W_γ binzugefügt werden. Der Mittelwerth der beiden Büchsen *V* bei 20° betrug 99,994 *Ohm*.

Vergleichung von I mit II

Zeit	A		
$2^h 55^m$	1900	1900 + 10 *Ohm*	
	+ 36	− 14	*a* 1
	37	12	„ 2
	+ 23,5	− 26	*b* 2
	23	26	„ 1
	+ 38	− 12	*a* 1
$3^h 05^m$	36,5	13	„ 2

Temperatur

R	*W*	*V*
18,17	18,8	19,0
18,21		

$$W = \begin{Bmatrix} 1900,00 \\ + \ 6,08 \ (W_t) \\ - \ 0,76 \ (W_\gamma) \end{Bmatrix} = 1905,32$$

II/I

Beobachtet	Berechnet	Untersch.
0,950131	0,950129	+ 5

Vergleichnng von I mit III

Zeit	A		
$2^h 40^m$	796	796 + 1 *Ohm*	
	− 6	− 32	*a* 1
	6	32	„ 2
	− 20	− 47	*b* 2
	18	44,5	„ 1
	− 5	− 30	*a* 1
$2^h 50^m$	6	32	„ 2

Temperatur

R	*W*	*V*
18,17	18,8	19,0
18,20		

$$W = \begin{Bmatrix} 796,000 \\ - \ 0,471 \ (W_t) \\ - \ 0,609 \ (W_\gamma) \end{Bmatrix} = 794,920$$

I/III

Beobachtet	Berechnet	Untersch.
1,125796	1,125792	+ 4

Vergleichung von II mit III

Zeit	A		
$2^h 26^m$	1430	1430 + 10 *Ohm*	
	+ 56	− 24	*a* 1
	57	23	„ 2
	+ 44	− 37	*b* 2
	44,5	36,5	„ 1
	+ 58,5	− 23,5	*a* 1
$2^h 37^m$	56,5	25	„ 2

Temperatur

R	*W*	*V*
18,18	18,8	19,0
18,18		

$$W = \begin{Bmatrix} 1430,00 \\ + \ 6,26 \ (W_t) \\ - \ 0,38 \ (W_\gamma) \end{Bmatrix} = 1435,88$$

II/III

Beobachtet	Berechnet	Untersch.
1,069643	1,069648	− 5

Die unter „Berechnet" angeführten Resultate sind in der Weise gewonnen, dass ans den drei Gleiehnngen mit zwei Unbekannten die wahrscheinlichsten Werthe der letzteren abgeleitet wurden. Die Unterschiede gegen die aus den Beobachtungszahlen erhaltenen Werthe beweisen, dass die Fehler einer elektrischen Messung 0,000005 nicht übersteigen. Die angeführte Reihe ist im Vergleich zu den anderen mit Messungsfehlern von mittlerer Grösse behaftet.

Bei drei Reihen befanden sich die Rohre in Petroleum (siehe Tafel D), bei allen übrigen war das Bad mit Wasser gefüllt; in dem letzteren Fall wurde die Isolation der Rohre gegen das Wasser jedesmal gemessen. Die niedrigsten Werthe ergaben sich bei den Vergleichungen am 15. XI. 90; der Widerstand der Rohre I, II und III gegen das Wasserbad betrug damals bezw. 0,16, 0,10 und 0,20 *Megohm*. Diese Reihe zeigt auch gleichzeitig die geringste Uebereinstimmung der Werthe untereinander.

In der folgenden Tafel sind alle definitiven Vergleichungen aufgeführt. Die in der fünften Spalte mitgetheilten berechneten Differenzen (in Einheiten der sechsten Dezimale) geben ein Urtheil über den Gesammtfehler, der bei einer Vergleichung der drei Rohre in allen Kombinationen gemacht worden ist. Wie man sieht, wurden für das Verhältniss der Widerstände zweier Rohre Aenderungen beobachtet, welche über den bei den elektrischen Messungen begangenen Fehler weit hinausgehen. Aus der Aenderung des Verhältnisses zweier Widerstände kann auf die absolute Aenderung jedes einzelnen Widerstandes kein Schluss gezogen werden. Bei anderer Gelegenheit gemachte Beobachtungen deuten darauf hin, dass eine geringe Abnahme des Widerstandes mit der Zeit stattfindet. Jedenfalls müssen über diesen Punkt noch eingehende Messungen angestellt werden.

Die in der Tafel zusammengerückten Beobachtungen gehören Vergleichungen an, bei welchen die Quecksilberfüllung der Rohre nicht erneuert wurde.

Tafel D. — Elektrische Messnngen.

Datum	II/I	I/III	II/III	II/I × I/III − II/III	Bemerknngen
15.-16./X. 90	0,950187	1,125820	1,069723	$+16 \times 10^{-6}$	Rohre in Petroleum.
16./X.	162	864	751	+ 2	
17./X.	172	904	782	+ 20	
7./XI.	167	762	695	− 33	Rohre gereinigt und frisch gefüllt;
8./XI.	167	741	634	+ 8	in Wasser.
11./XI.	134	796	643	+ 14	Rohre gereinigt; im Vakunm gefüllt.
12./XI.	117	822	687	− 24	
15./XI.	069	848	684	− 51	
20./XI.		816			Rohre gereinigt u. i. Vaknnm gefüllt.
9./II. 91	110	819	664	− 11	
	0,950143	1,125819	1,069696		Mittel.
	± 0,000008	± 0,000010	± 0,000011		Wahrscheinlicher Fehler des Mittels.
	± 0,000038	± 0,000047	± 0,000049		Mittlerer Fehler einer Beobachtung.

Es erübrigt jetzt noch, ans den durch elektrische Messungen gefundenen Mittelwerthen für das Verhältniss zweier Rohre nnd den Resultaten der geometrischen Ausmessung die wahrscheinlichsten Werthe x, y, z für die Grössen W/σ der einzelnen Rohre abzuleiten.

Bezeichnet man die aus den elektrischen Messungen erhaltenen Werthe für die Widerstandsverhältnisse I/II, II/III, III/I mit α, β, γ nnd die beobachteten Werthe von W/σ für die Rohre I, II, III mit a, b, c, so ist folgendes System von Gleichungen aufzulösen:

$$\begin{aligned} +x \qquad\qquad\qquad &= a \\ +y \qquad\quad &= b \\ +z &= c \\ +x \quad -\alpha y \qquad\quad &= 0 \\ +y \quad -\beta z &= 0 \\ -\gamma x \qquad\qquad +z &= 0 \end{aligned}$$

Es ergiebt sich:

$$x = 1{,}019258 \pm 13; \quad y = 0{,}968433 \pm 13; \quad z = 0{,}905354 \pm 12.$$

Diese wahrscheinlichsten Werthe für die Quotienten W/σ der drei Rohre I, II nnd III sollen den weiteren Messungen zu Grunde gelegt werden.

Der Zweck der Untersuchung ist also, abgesehen von der Bestimmung des spezifischen Widerstands des Quecksilbers, anf etwa 0,00001 erreicht.

In der folgenden Tafel sind die berechneten und die beobachteten Werthe sowie ihre Differenzen in Einheiten der sechsten Dezimale zusammengestellt.

Tafel E. — Schlussergebniss

	Berechnet	Beobachtet	Berech. − Beob.
I/σ	1,019258	1,019261	− 3
II/σ	0,968433	0,968404	+ 29
III/σ	0,905354	0,905382	− 28
II/I	0,950135	0,950143	− 8
I/III	1,125812	1,125819	− 7
II/III	1,069673	1,069696	− 23

Ueber die Temperaturkorrektion bei Heberbarometern.

Von
Dr. **Paul Czermak**, Privatdozent an der Universität zu Graz.

Beobachtungen mit einem Kreil'schen Barographen führten mich zu der Frage, welchen Einfluss wohl eine grössere Temperaturänderung auf die registrirte Kurve des Luftdruckes haben könnte. Dass derselbe nicht sehr bedeutend sein werde, schien mir wohl wahrscheinlich, doch lässt sich dies nicht so unmittelbar abschätzen. Werthet man die registrirten Kurven in der Weise aus, dass man die drei gleichzeitigen Terminbeobachtungen, welche am Quecksilberbarometer gemacht werden, auf 0° reduzirt in die Kurve einträgt und auf diese bekannten fixen Werthe die übrigen Ordinaten der Kurve bezieht, so kann ohnedies nur der Unterschied des Temperatureinflusses zur Geltung kommen, welcher durch die während dieser Zeit verstrichenen Temperaturänderungen hervorgebracht wurde. Trotzdem erschien mir die Sache doch interessant genug, um sie einer Rechnung zu unterziehen.

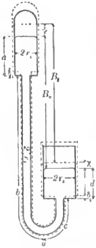


Fig. 1.

Diese Betrachtungen werden dann für jeden Barographen, bei welchem ein Schwimmer auf dem offenen Schenkel eines Heberbarometers aufgesetzt ist, gelten.

Ich lege mir daher die Frage vor: wie gross wird die Verschiebung der beiden Kuppen eines Heberbarometers sein gegen zwei fixe Marken, die den Stand derselben bei einem mittleren Luftdrucke und einer Temperatur von 0° C markiren, wenn sich die Temperatur um t° C ändert, wobei aber der Luftdruck derselbe geblieben ist?

Zu diesem Ende will ich folgende Voraussetzungen machen. Erstens soll das Heberbarometer von einer ziemlich allgemeinen Form sein; es bestehe aus einem weiteren Rohre (Fig. 1) mit dem Radius r_1, in welchem das Quecksilber die Höhe a ausfüllt, einem engeren Rohre mit dem Radius r_2 und der Länge $b + c$ und einem dritten Rohre vom Radius r_3, in welchem das Quecksilber die Länge d erfüllt. Es muss dann natürlich stets die Beziehung bestehen, dass $a + b - (c + d) = B_0$ ist, wenn B_0 den bei 0° C herrschenden mittleren Barometerstand bedeutet.

Zweitens soll das Instrument auf einer unverrückbaren Platte mit seinem unteren gebogenen Ende aufstehen (z. B. einer eingemauerten Steinplatte) und sich bei einer Temperaturerhöhung frei nach aufwärts ausdehnen können.

Endlich drittens soll die ganze Betrachtung, da es sich ja nur um die Berechnung einer Korrektionsgrösse handelt, mit gewissen vereinfachenden Annahmen gemacht werden. So wird die Knickung des mittleren Rohres am Boden nicht berücksichtigt und bloss als geradlinige Verlängerung der Stücke b und c betrachtet, ebenso der Einfluss der gekrümmten Theile, wo die Rohre von verschiedenem Durchmesser aneinanderstossen. Auch die Erhebung des ganzen Barometers durch die Ausdehnung des mittleren Querschnittes bei o, auf welchem es aufsteht, ist vorläufig weggelassen, da dieselbe ja nur die Grösse $r_2 \beta t$ beträgt, wo $\beta = 0{,}0000085$ ist und r_2 stets kleiner als 10 *mm* bleibt, so dass selbst bei einer Temperaturschwankung um 20° der Werth dieser Grösse unter 0,002 *mm* bleibt. Wenn man will, kann man übrigens diese Grösse stets zum Schlusse noch

an der Verschiebung der Kuppen anbringen und zwar wäre dieselbe einfach bei beiden hinzu zu addiren.

Bei 0° C und einem Barometerstande B_0 wird also das Volumen des Quecksilbers nach der in Fig. 1 dargestellten Form eines Heberbarometers folgendes sein:

$$V_0 = \pi\left[r_1^2 a + r_2^2 (b + c) + r_3^2 d\right].$$

Bei einer Temperatur von t° C ist dann das Volumen:

$$V_t = V_0 (1 + 3\alpha t),$$

wobei $\alpha = 0{,}0001815$ den linearen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers bedeutet.

Das Glas des Barometers, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient $\beta = 0{,}0000085$ sein soll, wird sich auch ausdehnen und in diesem durch die Temperatur nun so, wie es die gestrichelte Kontur in der Zeichnung andeutet, geänderten Gefässe, wird sich das Quecksilber einstellen und zwar so, dass der Unterschied der Kuppen den bei der Temperatur von t° C herrschenden Barometerstand B_t angiebt. Die Grösse des Luftdruckes soll sich natürlich nicht geändert haben. Es besteht dann die einfache Beziehung:

$$B_t = B_0 (1 + \alpha t).$$

Das neue Volumen des Quecksilbers wird sich daher auch in folgender Weise berechnen lassen:

$$V_t = \pi\left[r_1'^2 (\varphi + a - \delta_1) + r_2'^2 (b + c + \delta_1 + \delta_2) + r_3'^2 (\chi + d - \delta_2)\right].$$

Hier bedeuten die gestrichelten r die durch die Temperaturerhöhung geänderten Röhrenhalbmesser, so dass $r' = r(1 + \beta t)$ ist; ferner δ_1 die Verlängerung des Röhrenstückes b, δ_2 die des Stückes c und φ und χ sind die Unterschiede der Kuppenstellungen gegen ihre frühere Lage bei 0° C.

Es wird daher sein: $r'^2 = r^2 (1 + 2\beta t)$,

$$\delta_1 = b\beta t,$$
$$\delta_2 = c\beta t.$$

Setzt man dies ein, so bekommt V_t die Form:

$$V_t = V_0 (1 + 3\alpha t) = \pi (1 + 2\beta t)\left[r_1^2 (\varphi + a - b\beta t) + r_2^2 \left\{b + c + \beta t (b + c)\right\} + r_3^2 (\chi + d - c\beta t)\right],$$

oder: $V_0 + 3\alpha t = (1 + 2\beta t)\left[V_0 + \pi\left\{r_1^2 (\varphi - b\beta t) + r_2^2 (b + c)\beta t + r_3^2 (\chi - c\beta t)\right\}\right].$

Setzt man nun für V_0 seinen obigen Werth ein und lässt alle höheren Potenzen und Produkte der Grössen α, β, φ und χ weg, so erhält man die Gleichung:

$$1)\quad r_1^2 \left[3\alpha a + \beta (b - 2a)\right] t + r_2^2\, 3 (\alpha - \beta)(b + c)\, t + r_3^2 \left[3\alpha d + \beta (c - 2d)\right] t = r_1^2 \varphi + r_3^2 \chi.$$

Um nun die Grössen φ und χ zu bestimmen, brauchen wir noch eine Gleichung, welche die Gleichgewichtsbedingung enthält für die Einstellung der Kuppen bei der Temperatur t° C. Diese ergiebt sich unmittelbar aus der Betrachtung der Figur 1, und zwar ist:

$$2)\quad B_t - B_0 = \varphi - \chi = \alpha t B_0.$$

Diese Gleichung sagt aus, dass der auf dem bei o befindlichen Querschnitte des Rohres lastende hydrostatische Druck von beiden Seiten gleich ist.

Aus der Gleichung 1 und 2 bestimmen sich dann:

$$\left.\begin{aligned}\varphi &= \frac{r_1^2\,[3\alpha a + \beta\,(b - 2a)] + r_2^2\,3\,(\alpha - \beta)\,(b + c) + r_3^2\,[\alpha\,(3d + B_0) + \beta\,(c - 2d)]}{r_1^2 + r_3^2}\,t \\ \chi &= \frac{r_1^2\,[\alpha\,(3a - B_0) + \beta\,(b - 2a)] + r_2^2\,3\,(\alpha - \beta)\,(b + c)\,r_3^2\,[3\alpha d + \beta\,(c - 2d)]}{r_1^2 + r_3^2}\,t\end{aligned}\right\}\ \text{I.}$$

Für den Fall, dass $r_1 = r_3$ ist, folgt:

$$\left.\begin{aligned}\varphi &= \frac{r_1^2\,[\alpha\,\{3\,(a + d) + B_0\} + \beta\,\{b + c - 2\,(a + d)\}] + r_2^2\,3\,(\alpha - \beta)\,(b + c)}{2 r_1^2}\,t \\ \chi &= \frac{r_1^2\,[\alpha\,\{3\,(a + d) - B_0\} + \beta\,\{b + c - 2\,(a + d)\}] + r_2^2\,3\,(\alpha - \beta)\,(b + c)}{2 r_1^2}\,t\end{aligned}\right\}\ \text{II.}$$

Ist $r_1 = r_2 = r_3$, so wäre, wenn wir noch setzen: $l = a + b + c + d$:

$$\left.\begin{aligned}\varphi &= \frac{l\,(3\alpha - 2\beta) + \alpha B_0}{2}\,t \\ \chi &= \frac{l\,(3\alpha - 2\beta) - \alpha B_0}{2}\,t\end{aligned}\right\}\ \text{III.}$$

Bei der Konstruktion von Barographen, welche einen Schwimmer auf dem offenen Schenkel benutzen, wird also die Grösse χ die Störung durch die Temperatur angehen. Es wird sich nun fragen, ob man diese Grösse nicht ganz zum Verschwinden bringen kann.

Von der Grösse φ sieht man, dass dies durch passende Wahl der Grössen r_1, r_2, r_3, a, b, c und d in keinem der drei Fälle zu erreichen ist. Wohl aber ist dies für die Grösse χ möglich. Es müssen dann die Bedingungen erfüllt sein, dass:

4) $\quad r_1^2\,[\alpha\,(3a - B_0) + \beta\,(b - 2a)] + r_2^2\,3\,(\alpha - \beta)\,(b + c) + r_3^2\,[3\alpha d + \beta\,(c - 2d)] = o$

5) $\quad r_1^2\,[\alpha\,\{3\,(a + d) - B_0\} + \beta\,\{b + c - 2\,(a + d)\}] + r_2^2\,(\alpha - \beta)\,(b + c) = o.$

6) $\quad l\,(3\alpha - 2\beta) - \alpha B_0 = o.$

Gleichung 6) ergiebt: $l = \frac{\alpha}{3\alpha - 2\beta}\,B_0$, also $l < B_0$, was physikalisch unmöglich ist.

Auch für die Gleichungen 4) und 5) liegen in der praktischen Ausführung sehr beschränkende Bedingungen vor. Erstens dürfen alle die Grössen r_1, r_2, r_3, a, b, c und d nur positiv sein, zweitens muss stets die Bedingung erfüllt sein, dass $a + b - (c + d) = B_0$ ist, und drittens dürfen auch diese Grössen gewisse Dimensionen nicht überschreiten.

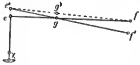


Fig. 2.

Das Verschwinden der Grösse χ kann auch auf eine andere Weise erreicht werden. Beim Kreilschen Barographen ist der Schwimmer an dem einen Ende e (Fig. 2) eines Hebels ef angehangen. Steigt derselbe um die Grösse χ nach aufwärts, so kommt e nach e' und f nach f'. Hebe ich daher den Drehpunkt g des Hebels um das Stück gg', so wird f' wieder nach f zurückgeführt werden. Da wir die Verschiebung χ als klein gegen die Länge des Hebels annehmen, so können wir immer die Beziehung aufstellen:

$$ef : gf = ee' : gg',$$

woraus folgt:

$$gg' = \chi \cdot gf/ef.$$

Befestigt man daher den Drehpunkt g an einer Metallstange, deren linearer Ausdehnungskoeffizient γ ist, und wählt man ihre Länge l so, dass $l\gamma t = \chi gf/ef$, so wird die Störung χ durch die Ausdehnung der Stange kompensirt.

Ist χ positiv, so wäre die Kompensation etwa in der Weise zu machen, wie es Fig. 3 schematisch andeutet, wobei natürlich die Länge des Kompensationsstabes $l = hi + kl - mn$ ist, wenn mn einen Aufhängefaden aus dem gleichen Metalle des Kompensationsstabes bedeutet. Für ein negatives χ müsste statt ik ein einarmiger Hebel entsprechend gewählt werden.

Ich hatte nun bei diesen Betrachtungen einen ganz anderen Fall im Auge. Es erschien mir nämlich von Vortheil, wenn man noch eine andere Fehlerquelle der registrirenden Vorrichtung, nämlich die Reibung des Schreibstiftes, beseitigen würde. Zu diesem Ende wollte ich die photographische Methode, wie sie bei erdmagnetischen Apparaten bereits vielfach verwendet wird, anwenden. Aus Mangel an Zeit und den nöthigen Einrichtungen war es mir aber bisher unmöglich, bezügliche Versuche zu machen. Ich glaube aber, dass es doch vielleicht von Interesse wäre und eventuell Jemanden, welcher gerade mit solchen Einrichtungen versehen ist, zu einem Versuche anregen könnte, wenn ich meine vorbereitenden Arbeiten hier noch hinzufügen würde.

Statt des Kreil'schen Schreibehebels ist natürlich nur an der Axe desselben ein Spiegel anzubringen, in welchem man entweder mit Fernrohr und Skale die Verschiebungen des Schwimmers in beliebiger Vergrösserung beobachten kann, oder an welchem das zu einem Lichtpunkte zusammengezogene Bild eines hellen Spaltes reflektirt und auf eine mit photographischem Papier überzogene Chronographentrommel geworfen wird. Das Uhrwerk, welches die Trommel bewegt, hätte jede Stunde das Lichtbild auf kurze Zeit abzublenden und gleichzeitig das Barometerrohr mit einem passenden Hammer zu erschüttern.

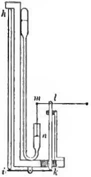


Fig. 3.

Ein weiterer Mangel dieses Barographen liegt in dem Schwimmer und der Adhäsion der Kuppe im offenen Schenkel an der Glaswand. Da die Spiegelablesung auch jeden Fehler der Schwimmereinstellung sehr vergrössert, so scheint es mir von Vortheil, die Verschiebung der unteren Kuppe gross und die der oberen klein zu machen, was man durch passende Wahl der Röhrendurchmesser beliebig erreichen kann. Schliesslich scheinen mir Elfenbeinschwimmer, die mit einem Platingewichte beschwert und an der Unterseite schwach konvex gekrümmt sind, am empfindlichsten und konstantesten in der Einstellung.

Für einen Versuch würden sich daher folgende Dimensionen des Barographen empfehlen.

Macht man die Röhrenstücke von folgenden Längen: $a = 70\ mm$, $b = 910\ mm$, $c = 50\ mm$, $d = 200\ mm$ und ist der mittlere Barometerstand $B_0 = 730\ mm$, so bekommt die Gleichung 4) die Form:

$$-0{,}087835 r_1^2 + 0{,}498240 r_2^2 + 0{,}105925 r_3^2 = 0;$$

oder wenn man setzt: $r_1/r_3 = v_1$ und $r_2/r_3 = v_2$, so ist:

$$-878\, v_1^2 + 4982\, v_2^2 + 1059 = 0\,.$$

Für $v_1 = 2$ folgt $v_2 = 0{,}7012$; ist daher $r_1 = 16\ mm$, $r_3 = 8\ mm$, so muss $r_2 = 5{,}61\ mm$ gewählt werden, damit die Grösse χ verschwindet.

Aendert sich der Barometerstand, so dass das Quecksilber in a um das Stück h steigt und in d um h' fällt, so ist:

$$h' = (r_1/r_3)^2 h = v_1^2 h\,.$$

Bedeuten daher h_m, h'_m und h_M, h'_M die Abweichungen, welche beim niedrigsten und bezw. höchsten Luftdrucke an demselben Orte, wo B_0 der mittlere Barometerstand ist, eintreten, so ist:

für das Maximum des Luftdruckes: $B_M = B_0 + h_M + h'_M$,
und „ „ Minimum „ „ : $B_M = B_0 - h_m - h'_m$;
daher ist die Gesammtschwankung $\Delta = B_M - B_m = h_M + h'_M + h_m + h'_m$.

oder $\Delta = (v_1^2 + 1)(h_M + h_m)$.

Nimmt man die Abweichungen vom mittleren Barometerstande als gleich gross an, also $h_M = h_m = h$, so ist:

$$\Delta = 2h(v_1^2 + 1) \text{ und } h = \frac{\Delta}{2(v_1^2+1)}.$$

In Graz beträgt die Gesammtschwankung ungefähr 40 *mm*; es würde also die obere Kuppe 4 *mm* auf- und 4 *mm* abschwanken können, während die untere eine Bewegung von 16 *mm* über und 16 *mm* unter dem Stande bei mittlerem Luftdrucke machen würde.

Da die Kompensation nur für den Barometerstand von 730 *mm* durchgeführt ist, so wäre noch zu berechnen, wie gross das χ bei den beiden Extremen des Luftdruckes ausfällt. Es ist also zu setzen:

für das Maximum: $a = 74$, $b = 910$, $c = 50$, $d = 184$, $B_M = 750$,
„ „ Minimum: $a = 66$, $b = 910$, $c = 50$, $d = 216$, $B_m = 710$.

Dies ergiebt für χ die Werthe: $\chi_M = 0{,}000045$ und $\chi_m = 0{,}000069$, so dass selbst für eine Temperaturschwankung von 50° C der Werth von 0,004 *mm* nicht erreicht wird. Lässt man durch die Spiegelablesung die Bewegung verzehnfachen, so beträgt die Verschiebung des Lichtpunktes 160 *mm* auf- oder abwärts gegen 0,04 *mm* auf oder ab durch die Temperaturänderung von 50° C.

Bei einem hier im Institute befindlichen Kreil'schen Barographen sind die Dimensionen folgende: $a = 65$ *mm*, $b = 758$ *mm*, $c = 29$ *mm*, $d = 54$ *mm* und $B_0 = 730$ *mm*. Demnach hat die Gleichung II. die Form:

$$\chi = \frac{-0{,}06303 r_1^2 + 0{,}40845 r_2^2}{2 r_1^2} = -0{,}03152 + 0{,}20423\,(r_2/r_1)^2.$$

Es ist ferner $r_1 = 8$ *mm*, $r_2 = 4$ *mm*, daher: $\chi = +0{,}01954$ bei 1° C.

Bei einer Temperaturänderung von 50° C. wäre die Störung fast 1 *mm*. Da der Barograph eine Vergrösserung von 2,45 *mm* bewirkt, so wäre dies der Fehler durch die Temperatur. Hätte man aus der Gleichung: $-0{,}06303 + 0{,}40845\,(r_2/r_1)^2 = 0$ das Verhältniss von $r_2 : r_1$ berechnet, welches sich zu 0,393 ergiebt, so wäre $r_2 = 3{,}15$ *mm* zu nehmen gewesen, um den Temperatureinfluss bei dem mittleren Barometerstande zu kompensiren.

Einen Vortheil bietet wohl die Konstruktion mit Röhren, welche bei beiden Kuppen gleich weit sind, wie man aus der Formel für χ ersieht. Dieselbe enthält stets die Summen $a + d$ und $b + c$, welche für jeden Barometerstand konstant bleiben. Es ist daher die Aenderung des χ bei verschiedenen Barometerständen viel geringer.

Für das hier betrachtete Barometer beträgt sie:

beim Maximum des Luftdruckes 0,02136 *mm*,
„ mittleren Luftdrucke . . . . 0,01954 *mm*,
„ Minimum des Luftdruckes . 0,01773 *mm*.

Bei der freien Wahl unter den Grössen a, b, c, d, r_1, r_2 und r_3 wäre es aber auch nicht so schwer, die Temperaturkompensation für das Maximum, den mittleren und das Minimum des Luftdruckes zu erreichen. Diese Rechnung durchzuführen, erscheint mir aber, wegen des im Ganzen doch ziemlich geringen Einflusses der Temperatur auf die Barometerkurven, nicht nothwendig.

Graz, im Februar 1891.

Ueber C. V. Boys' Versuche einer Messung der Sternenwärme.

Von
Dr. J. Maurer in Zürich.

Während allgemeinere theoretische Spekulationen über die Grösse der Sternenstrahlung oder Himmelswärme, d. h. derjenigen Wärmemenge, welche aus dem Weltraume vermöge der Radiation der Himmelskörper (unter Ausschluss der Strahlung der Sonne und des Mondes) zu unserer Erde gelangt, noch aus den Zeiten Fourier's, Poisson's und Pouillet's datiren, sind dagegen seit den ersten messenden Versuchen von Huggins und Stone über die Wärmestrahlung einzelner Fixsternobjekte an sich kaum zwei Jahrzehnte verstrichen. Aus Stone's Bestimmungen[1]) ausgeführt am grossen Greenwicher Refraktor mit Hilfe von Thermosäule und Galvanometer ging das frappante, seit jener Zeit so oft zitirte Resultat hervor, dass der in einer Höhe von 25° über dem Horizonte stehende Arktur uns ebensoviel Wärme zustrahlen sollte, wie ein mit siedendem Wasser gefüllter Würfel von 76 *mm* Kantenlänge aus einer Entfernung von 366 Meter, was ungefähr einer Temperaturerhöhung um $^1/_{90}$° C entspricht; auch Huggins[2]) erhielt mit seinem Instrumente von einigen Sternen Spuren der Radiation, für die viel stärkere Mondstrahlung jedoch blieb der Apparat merkwürdigerweise ganz unempfindlich. So wie die Verhältnisse nun lagen, konnte daher wohl mit Erfolg darauf gerechnet werden, dass mittels des von C. V. Boys in den letzten Jahren konstruirten, zur Beobachtung der minimalsten Energiemengen besonders geeigneten Instrumentes, des Radiomikrometers, in dieser Frage ein entscheidendes, befriedigendes Ergebniss herbeigeführt und die von den vorgängigen Beobachtern wahrgenommene Radiation der Sterne einer sicheren Messung zugänglich gemacht werden dürfte. Das neue Thermometer übertrifft ja nicht nur an Empfindlichkeit und Sicherheit die frühere Thermosäule um ein ganz Bedeutendes, sondern es ist auch vollkommen unabhängig von störenden Effekten seitens des äusseren Magnetismus, ferner von äusserlichen Aenderungen der Temperatur und bedarf keiner galvanometrischen Hilfsapparate.

Eine darauf hin gerichtete mit Hilfe des Radiomikrometers ausgeführte bedeutsame Untersuchung von C. V. Boys „Ueber die Wärme des Mondes und der Sterne" findet sich im *XLVII. Bande der Proceedings of the Royal Society (S. 480)*. Wir geben im Nachstehenden eine kurze Darstellung des hierbei benutzten „Stellaraktinometers" und der mit demselben erhaltenen Resultate, insoweit sie die untersuchte Strahlung der Sterne betreffen, um daran einige allgemeine Bemerkungen zu knüpfen.

Der in letzter Instanz die Strahlung aufnehmende Hauptheil des ganzen Apparates, das Radiomikrometer, besteht im Prinzipe[3]) aus einem Rahmen oder

[1]) *Roy. Soc. Proc.* **18.** *S. 159.*

[2]) *Ebenda*, **17.** *S. 309.*

[3]) Vergl. das Referat in *dieser Zeitschrift*, *1888. S. 181.*

Kreise von zwei (sehr schmalen) thermoelektrisch differenten Metallamellen, gewöhnlich Wismuth *Bi* und Antimon *Sb* (Fig. 1), die mit ihren unteren Enden an ein dünnes Kupferscheibchen *Cu* gelöthet sind, während die oberen beiden Enden ein ∩-gekrümmter Kupferdraht *C* metallisch mit einander verbindet und den thermoelektrischen Kreis vervollständigt. Der Rahmen hängt an einem feinen Quarzfaden zwischen den Polen *NS* eines kräftigen Magneten und ist mit einem leichten Ablesungsspiegel *s* versehen. Wenn ein Wärmestrahl die untere (berusste) scheibenförmige Löthstelle *Cu* trifft, so tritt der in dem System erzeugte Thermostrom und das magnetische Feld in Wechselwirkung, wodurch der Rahmen eine der auftreffenden Strahlung proportionale Ablenkung aus der Ruhelage erfährt; die durch den Spiegel gemessene Drehung giebt daher ein (relatives) Maass für die Energiemenge. Da dieser radiometrische Theil demnach, nicht wie beim Bolometer oder der gewöhnlichen Thermosäule, in jede beliebige, die Strahlung auffangende Position gebracht werden kann, sondern stets wegen der unifilaren Aufhängung in vertikaler Lage verbleiben muss, so war für die altazimuthale Montirung des Stellaraktinometers eine ziemlich komplizirte Einrichtung nothwendig; Fig. 2 giebt eine Darstellung der konstruktiven Anordnung. Die zu untersuchende Strahlung, herrührend von einem bestimmt fixirten Objekte der Himmelsfläche, fällt vorerst auf einen Reflektor (versilberten Glasspiegel) von nahe 41 *cm* Apertur und 172 *cm* Brennweite, der im unteren Theil des Teleskoprohres *R*, aus Stahl, gelagert ist. Das Rohr wird von einer massiven, zentrisch durchbohrten und in vertikaler Ebene drehbar an dem Stativ *T* aufgesetzten Metallscheibe *A* getragen, an deren Rückseite dann (an einem starken, horizontalen und gusseisernen Hohlarme *B*) das Radiomikrometer mit seinen Hilfsapparaten (Beleuchtungslampe *L* und Skale *e*) angebracht ist. Das Radiomikrometer selbst ist mit seinen empfindlichen Theilen und dem schweren Magneten *M* ganz im Innern des soliden, gusseisernen Seitenarmes, möglichst nahe der Drehscheibe gelagert; aus letzterer ragt nur die schmale, vertikale Glasröhre *r* heraus, welche die Aufhängevorrichtung sammt dem kleinen Beobachtungsspiegel für den thermoelektrischen Kreis trägt. Auf diese Weise ist die möglichste Sorgfalt getroffen, die empfindliche scheibenförmige Löthstelle des Mikrometers der äusseren fremden und schädlichen Strahlung ganz zu entziehen und nur die von dem Reflektor gesammelte Sternen-

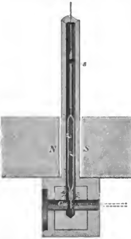


Fig. 1.

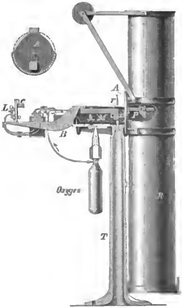


Fig. 2.

strahlung zu ihr gelangen zu lassen, letzteres mit Hilfe eines kleinen, zur Teleskopaxe geneigten Planspiegels *P*, welcher die Strahlen noch vor der Vereinigung auffängt, und sie seitlich durch eine zentrisch gebohrte, enge und horizontale Oeffnung in der Tragscheibe der im Reflektorfokus plazirten rezeptirenden Fläche des Radiomikrometers zuschickt. Um die empfindliche Löthstelle des letzteren auch noch vor allfälligen in dem weiten Teleskoprohre zirkulirenden Luftströmungen zu schützen, ist derselbe Kunstgriff angewendet, den Langley schon bei der Konstruktion seines bekannten Bolometers mit Vortheil benutzte (vergl. *„The bolometer and radiant energy." Proceedings of the American Academy of arts and sciences, 16.*). Es befinden sich vor der horizontalen Admissionsöffnung eine Reihe zirkularer Diaphragmen von stetig abnehmendem Durchmesser, welche jede schädliche Beeinflussung von Seiten der äusseren, mehr oder minder bewegten Luft im Rohre auf die innere, die Strahlung empfangende Fläche vollständig verhindern, so dass die letztere daher in einem vollständig ruhigen Raum aufgehängt ist. Die in Folge der Einwirkung des fixirten strahlenden Objektes auf die sensitive Löthstelle eintretende Ablenkung des thermoelektrischen Kreises aus der Ruhelage, projizirt sich unter Verwendung einer Plankonvexlinse, sowie einer geschickt angebrachten Aether-Oxygen-Kalklichtlampe, sehr scharf auf die am rückwärtigen Ende des horizontalen Tragarmes befestigte Skale *c* und mittels eines kleinen Hilfsfernrohres lassen sich ohne Mühe noch die Zehntel des Millimeters auf letzterer schätzen. Ein in dem Metallblocke unter dem Magneten befindliches total reflektirendes Prisma mit schwach vergrösserndem Okulare gestattet endlich auch noch die Möglichkeit der direkten Beobachtung, ob der betreffende Stern oder Theil der Mondscheibe auch wirklich die empfindliche Löthstelle treffe. Ein Aequatorialstern brauchte nach Angabe von C. V. Boys immer noch ungefähr 20 Sekunden, um die empfindliche Fläche zu passiren, während bereits 5 Sekunden genügten, um von irgend einer schwachen Wärmequelle die entsprechende Ablenkung zu erhalten. Ergab sich daher während der Zeit eines Durchganges keine sichtbare Deflektion von ein bis zwei zehntel Millimeter, so durfte auch mit Sicherheit geschlossen werden, dass die empfangene, minimale Wärmemenge nicht hinreichte, eine solche zu erzeugen. Mit diesem Stellaraktinometer wurden nun seit September 1888 (auf dem Lande, in einem frei gelegenen Garten, Meereshöhe ungefähr 120 *m*) eine Reihe von Beobachtungen über die Wärmestrahlung an Planeten (Saturn, Jupiter, Mars und Venus), Fixsternen erster und zweiter Grösse (Aldebaran, Arktur, Capella, Vega, Atair, α Cygni u. s. f.) und der Mondscheibe bei verschiedenen Phasen ausgeführt, worüber der obige Bericht[1]) ausführliche Mittheilungen enthält. Als Hauptresultat ergab sich daraus, dass trotz der ausserordentlich hohen Empfindlichkeit des Instrumentes — eine minimale Wärmemenge, welche ungefähr den $^1/_{150000}$ Betrag der von der Vollmondscheibe ausgesandten erreichte, würde noch eine Ablenkung hervorrufen, die an dem Aktinometer sicher zu beobachten gewesen wäre — keine Spur einer vorhandenen Sternenstrahlung entdeckt werden konnte, namentlich auch nicht bei Arkturus, der nach den vorgängigen Messungen Stone's doch zu den schönsten Hoffnungen berechtigte. „Ich denke, sagt C. V. Boys am Schlusse seiner Arbeit, meine Beobachtungen zeigen, dass die Wärmestrahlung des Arkturus bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist (es sei denn, dass der Refraktor irgend welche geheimnissvolle Kraft besitzt, die dem Reflektor abgeht) und ganz der nämliche Schluss darf auch in Beziehung auf die anderen Sterne gezogen werden. Ich

[1]) *Ebenda S. 496.*

habe allerdings noch keineswegs erreicht, was ich für die praktische Grenze der Empfindlichkeit meines Radiomikrometers halte und es ist möglich, dass ich mit einem empfindlicheren Instrumente oder einem stärkeren Teleskopspiegel noch im Stande sein werde, einen bestimmten und wirklichen Strahlungseffekt zu beobachten."

Wie schwer es in der That ist, auf dem Wege der Beobachtung, selbst mit den raffinirtesten thermometrischen Hilfsmitteln der Neuzeit, auch nur die leisesten Anzeichen des wirklichen Vorhandenseins einer Sternenstrahlung beziehungsweise einer Energiemenge, welche aus den unermesslichen Tiefen des Weltalls vermöge der Radiation von Körpern hoher Temperatur uns zugeschickt wird, überhaupt noch wahrnehmbar zu machen, darüber giebt die nachstehende Erörterung wohl hinreichenden Aufschluss.

Ein Flächenelement werde aus grosser Entfernung der Strahlung einer (überall mit gleicher Intensität Energie emittirenden) Kugel, etwa von der mittleren absoluten Oberflächentemperatur Θ, ausgesetzt. Gehen wir nun von dem Satze aus, dass der Betrag der Energiemenge, welcher jenem fixirten Flächenelement von der Kugel in der Zeiteinheit zugeführt wird, ganz derselbe bleibt, wenn die letztere durch eine gleich intensiv strahlende sphärische Kreisfläche ersetzt wird, deren scheinbarer Durchmesser, von dem Elemente aus betrachtet, mit dem der Kugel übereinstimmt und deren Mittelpunkt auf der Verbindungslinie des Elementes mit dem Kugelzentrum liegt, so stellt sich dann diejenige Wärmemenge, welche die Flächeneinheit in der Zeiteinheit an der Erdoberfläche bei normaler Inzidenz der Strahlung von der Fläche des Vollmondes erhält, dar durch:

$$S = \sigma(\Theta) \sin^2\varphi,$$

worin $\sigma(\Theta)$ die pro Zeit- und Flächeneinheit absolut ausgegebene Strahlung bei einer mittleren Temperatur Θ der Mondoberfläche und φ die scheinbare Grösse des Mondhalbmessers, von uns aus betrachtet, bezeichnet. Nach Langley's eigenen konsequent fortgesetzten Beobachtungen und Studien scheint nun die mittlere Temperatur Θ der von der Sonne beschienenen Mondoberfläche in der Nähe des Gefrierpunktes zu liegen und nach der von Stefan aufgestellten Formel über die Abhängigkeit der ausgestrahlten Wärmemenge von der Temperatur des Wärme emittirenden Körpers (wonach die von letzterem ausgegebene Energiemenge proportional der vierten Potenz seiner absoluten Temperatur) ist diejenige Wärmemenge, welche im günstigsten Falle (ein Maximum des Ausstrahlungsvermögen angenommen) von einem Quadratzentimeter Fläche bei der Temperatur des schmelzenden Eises ausgetheilt wird, ungefähr 0,40 *cal.* Die Grösse des scheinbaren Mondhalbmessers zu $15^1/_2$ Bogenminuten angenommen, ergiebt demnach unsere obige Formel für diejenige Wärmemenge, welche durch Strahlung von der Vollmondscheibe unserer Flächeneinheit an der Erdoberfläche (ohne atmosphärische Absorption) bei senkrechter Inzidenz zukömmt, zu

$$S = 0{,}0000081\ cal. \left\{ \frac{\text{minute}}{\square\ \text{cent.}} \right\}$$

Berücksichtigt man die kondensirende Fläche (etwa 1300 *qcm*) des von Boys bei seinem Stellaraktinometer angewandten Reflektors und beachtet, dass nach seinen Angaben eine minimale Wärmemenge, welche gleich ist $^1/_{150000}$ der von der Vollmondscheibe ausgesandten, noch eine merkliche Deflektion des Radiomikrometers hervorzubringen vermochte, so folgt daraus unmittelbar, dass,

bezogen auf jenes Instrument, die Sternenstrahlung[1]), selbst diejenige von den Vertretern erster Grösse (Capella, Vega, Arktur u. s. f.) sicher noch erheblich viel kleiner sein muss wie:

$$0{,}0000081 \times \frac{1300}{150000} = 0{,}000000070 \; cal.$$

Wir betonen „erheblich viel kleiner“, denn die jedenfalls ganz bedeutende Absorption der Mondwärme in unserer Atmosphäre ist bei Ableitung des letzteren Resultates gar nicht in Rücksicht gezogen worden.

Wir haben uns seiner Zeit in einer bezüglichen Mittheilung („Zur Frage der Sternenstrahlung“, *Januarheft der Meteorol. Zeitschrift, 1890*) zu der Ansicht bekannt, dass diejenige Wärmemenge, welche uns aus dem interplanetaren Raume vermöge der Radiation von Körpern hoher und niedriger Temperatur, unter Ausschluss der Sonne und des Mondes, zugestrahlt wird, jedenfalls und namentlich im Vergleich zur Sonnenwärme als vollständig belanglos, ja verschwindend klein anzusehen ist und dass namentlich an eine direkte, sichere Beobachtung einer so kleinen Grösse (kaum oder) gar nicht gedacht werden darf. Die Boys'schen Versuche einer Messung der Sternenwärme können uns neuerdings in dieser Ansicht nur bestärken und selbst wenn es ihm auch vielleicht in der Folge mit noch grösseren Reflektoren und empfindlicheren Instrumenten gelingen sollte, eine schwache Spur einer wirksamen Sternenstrahlung wahrnehmbar zu machen, so würde diese doch nicht im Stande sein, an den dort von uns gegebenen Deduktionen irgend wie etwas Wesentliches zu ändern.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die Dezimaltheilung des Quadranten.

Die auf Anregung von Herrn Prof. W. Foerster erfolgten Berathungen der ersten beiden deutschen Mechanikertage in Heidelberg und Bremen über die Dezimaltheilung des Quadranten (vgl. *diese Zeitschr. 1889. S. 355. 475.* und *1890 S. 417*) haben die Frage wenig fördern können, da die Schwierigkeiten der Einführung der dezimalen Theilung weniger auf mechanischem als auf rechnerischem Gebiete liegen. Die Förderung der Angelegenheit kann daher nicht direkt von der Präzisionstechnik ausgehen, sondern muss vielmehr den Vertretern der Wissenschaft und der rechnerischen Praxis überlassen werden. Immerhin hat sich der Mechanikertag das Verdienst erworben, die Angelegenheit neuerdings wieder in Fluss gebracht zu haben und es ist dankenswerth, dass Herr Prof. M. Jordan, vielleicht in Folge dieser Anregung, neuerdings der Frage näher getreten ist (vgl. *Zeitschr. f. Vermessungswesen 20. S. 113 u. 159. 1891*), dankenswerth besonders deshalb, weil sich neben den Physikern und Chemikern besonders die Geodäten für die Angelegenheit interessiren dürften, wie ja auch das rechnerische Bedürfniss der letzteren bereits zu Ende des vorigen und Anfangs dieses Jahrhunderts zur Herausgabe von Logarithmentafeln für dezimale Theilung geführt hat. Es ist Herrn Prof. Jordan durchaus Recht zu geben, dass die Einführung der dezimalen Theilung von dem Vorhandensein guter für diesen Zweck praktisch eingerichteter rechnerischer Hilfsmittel und von einer passend gewählten, einheitlich angenommenen Bezeichnung abhängt. Vielleicht interessiren einige Angaben über

[1]) Selbstverständlich kann es sich auch hier, wo den bei der Rechnung theilweise zu verwerthenden empirischen Daten immer noch eine gewisse Unsicherheit anhaftet, vorläufig nur darum handeln, einen Näherungswerth festzustellen, welcher nicht sowohl die fragliche Grösse selbst, als deren Ordnung fixirt.

die Literatur dieses Gegenstandes, welche die von Herrn Prof. Jordan a. a. O. gegebenen Mittheilungen in einigen Punkten ergänzen.

Schon Regiomontanus hat für seinen *Kanon der Sinus* dem Halbmesser eine dekadische Theilung gegeben. Briggs hatte in seiner *Trigonometria Brittanica* die Dezimaltheilung des Grades eingeführt, für die Theilung des Quadranten bezw. des Kreises dagegen die alte Theilung beibehalten; das Werk erschien bekanntlich nach Briggs' Tode, von Adrian Vlacq herausgegeben, und dieser hatte die dezimale Theilung des Grades wieder aufgegeben. Nach Hobert und Ideler war Lagrange der Erste, welcher den Gedanken der Dezimaltheilung des Quadranten gefasst hat. Der Berliner Oberbaurath Schultze wollte im Jahre 1782 Tafeln für die Tausendtheilung des Sexagesimalgrades herausgeben und fragte hierbei Lagrange, damals Direktor der mathematischen Klasse der Berliner Akademie, um Rath, welcher ihm hiervon abrieth und ihm dagegen die Dezimaltheilung des Quadranten empfahl. Dieser Anregung folgten Hobert und Ideler, welche gemeinschaftlich *„Neue trigonometrische Tafeln für die Dezimaltheilung des Quadranten berechnet, Berlin 1799“* herausgaben. Die Tafeln sind siebenstellige; von einer Unterabtheilung in Grade, Minuten und Sekunden ist abgesehen, die Winkel werden als Dezimalbrüche des Quadranten geschrieben; die Tafeln gehen für die kleinen Winkel von 0,00 bis 0,03 Quadrant in Intervallen von 0,00001 Quadranten (3,24 Sexagesimalsekunden), von da ab in Intervallen von 0,0001 Quadrant. — In Frankreich fiel Lagrange's Anregung auf fruchtbaren Boden. Schon 1794 vollendete Prony seine grossen 14stelligen Tafeln für die Dezimaltheilung des Quadranten; dieselben werden als Manuskript in der Bibliothek des *Observatoire de Paris* aufbewahrt. Ihm folgte Callet mit seinen *„Tables portatives de logarithmes, Paris 1795 (An III)“*. Dann bearbeitete Borda siebenstellige Tafeln für die neue Theilung; dieselben sind nach seinem Tode herausgegeben und führen den Titel: *„Tables trigonométriques decimales, calculées par Ch. Borda, revues, augmentées et publiées par J. B. J. Delambre. Paris An IX.“* Als Bezeichnung für die Unterabtheilungen des Quadranten sind gewählt: „Dezimalgrad, Dezimalminute, Dezimalsekunde“; die äussere Bezeichnung ist dieselbe wie bei der alten Theilung; die Einrichtung der Tafeln ist ähnlich wie bei Hobert und Ideler und die Intervalle sind dieselben; in dem in der Königlichen Bibliothek zu Berlin vorhandenen Exemplar sind die Druckfehler des Buches am Schlusse handschriftlich eingetragen. Eine Abkürzung der Borda'schen Tafeln sind die von Planzoles herausgegebenen sechsstelligen Logarithmen (Paris 1809, vierte Auflage 1830). Weitere Tafeln für die Dezimaltheilung des Quadranten scheinen in Frankreich bis in die Neuzeit nicht erschienen zu sein, wenigstens führt Houël in seinen Erörterungen über die neue Theilung (*Grunert's Archiv* **40.** *S. 171. 1863*) keine anderen auf. Neuerdings hat der *Service géographique de l'armée* neue Logarithmentafeln herausgegeben, eine fünf- und vierstellige Tafel, für alte und neue Theilung eingerichtet, und eine achtstellige nur für neue Theilung. — In Deutschland sind ausser den schon erwähnten Tafeln von Hobert und Ideler fünfstellige Logarithmentafeln für neue Theilung von F. G. Gauss bearbeitet worden; dieselben geben für die kleinen Winkel von 10 zu 10 neuen Sekunden, sonst von Minute zu Minute; die äusseren Zeichen der alten Theilung sind beibehalten. Gleichfalls fünfstellige Tafeln hat unter Mitwirkung von Herrn Prof. W. Foerster vor einigen Jahren H. Gravelius herausgegeben. Dieselben führen als Bezeichnungen der Unterabtheilungen des Quadranten ein: Zentigrad, Zentiminute und Zentisekunde", was nicht ganz im Einklang mit den bei dem metrischen System eingeführten Bezeichnungen ist; als äussere Zeichen werden die bisherigen beibehalten, jedoch in horizontaler Lage anstatt in vertikaler, was für den Druck angehen dürfte, aber beim Schreiben (besonders das ⊙-Zeichen) unbequem ist. Die Gravelius'schen Tafeln gehen von „Zentiminute“ zu „Zentiminute“ und haben für die kleinen Winkel eine Hilfstafel; das Fehlen besonderer Tafeln für die kleinen Winkel macht die Gravelius'schen Tafeln für manche Zwecke nicht recht brauchbar; z. B. schreibt mir Herr Dr. S. Czapski in Jena, dass dieselben für optische Rechnungen aus diesem

Grunde unpraktisch seien. — Nach dem Erscheinen der achtstelligen französischen Tafeln fehlen nunmehr noch praktisch eingerichtete Tafeln mit sechs und sieben Stellen. Wie aus einer Bemerkung a. a. O. S. 159 hervorzugehen scheint, beabsichtigt Herr Prof. Jordan diese Lücke auszufüllen und seine reiche Erfahrung auf rechnerischem Gebiete hierfür zu verwerthen.

Wird somit über kurz oder lang das Vorhandensein genügender logarithmischer Hilfsmittel die allgemeine Einführung der Dezimaltheilung des Quadranten erleichtern, so wird auch die Zeit gekommen sein, sich über eine einheitliche Bezeichnung zu verständigen. Die Verwirrung auf diesem Gebiete wird nachgerade immer grösser; so viel Tafeln, soviel neue Bezeichnungen. Bis jetzt sind folgende Bezeichnungen gewählt worden:

Hobert und Ideler Heuël Plauzoles	0,248650	Einheit der Bezeichnung der Quadrant.
Borda Gauss	$24^{\circ}86'50''$	„ „ „ „ Grad
Foerster-Gravelius	$24^{\circ}86^{-}50^{=}$	„ „ „ „ „
Service géographique de l'armée française	$24^{g}86^{`}50^{``}$	„ „ „ „ „
Triangulation du Royaume de Belgique	$24^{g},8650^{``},00$	„ „ „ „ „
Jordan (Vorschlag für neue Tafeln)	$24^{g}86^{c}50^{cc}$.	„ „ „ „ „

Der letztere Vorschlag wurde in einer Versammlung des Hannover'schen Landmesservereins günstig aufgenommen und erhielt bei einer Abstimmung die meisten Stimmen unter mehreren anderen Vorschlägen. Gegen denselben ist einzuwenden, dass es sich empfehlen dürfte, alle Zeichen zu vermeiden, die im metrischen System bereits Verwendung finden (g = Gramm). Will man, wie bisher meistens geschehen, analog der alten Theilung den Grad auch bei der neuen in Minuten und Sekunden theilen, so kann man auch die alte Bezeichnung beibehalten, wie es Borda und Gauss gethan haben. Von der Theilung des Grades in zwei Unterabtheilungen sollte man bei der neuen Theilung jedoch absehen können; ein Bedürfniss hierzu ist so lange nicht vorhanden, als nicht wie bei der alten Theilung eine einfache Beziehung zwischen Zeit- und Bogenmaass besteht. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die Schreibweise von Hobert und Ideler zweckmässiger, jedoch mit der Maassgabe, dass man als Einheit der Bezeichnung nicht den Quadranten, sondern den Grad wählt; als Bezeichnung für den letzteren könnte entweder das alte Gradzeichen beibehalten, was bei dieser Schreibweise zu keinen Verwechselungen Veranlassung geben könnte, oder das Zeichen G gewählt werden ($24^{\circ},8650$ oder $24^{G},8650$). Will man aber für die kleinen Winkel eine sprachliche und äussere Bezeichnung haben, so dürfte es sich empfehlen, alle Analogien zu den Minuten und Sekunden der alten Theilung zu vermeiden und eine neue Unterabtheilung zu wählen; hierzu würde sich der tausendste Theil des Grades, der Milligrad, (M oder G''), gleich 3,24 alte Sekunden passend eignen. Der Milligrad, der jedoch nur zur Bezeichnung der Winkel unter 1 Grad gedacht ist, würde sich bald einbürgern; für die Vorstellung hat diese Grösse den Vortheil, dass ihr Verhältniss zur alten Sekunde nahe dasselbe ist wie dasjenige des Meters zum Fuss. — Es ist anzunehmen, dass die von Prof. Jordan gegebene Anregung zu einer Besprechung bei der diesjährigen Tagung des deutschen Geometervereins Veranlassung geben wird; vielleicht wird dabei auch der vorstehende Vorschlag in Berücksichtigung gezogen. *A. Westphal.*

---

64. Tagung der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Halle a. S.

(Abtheilung für Instrumentenkunde.)

Im Einverständnisse mit dem Vorstande der 64. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte haben wir die Vorbereitungen für die Sitzungen der Abtheilung Nr. 32 für Instrumentenkunde übernommen und beehren uns hiermit, die Herren Vertreter des Faches zur Theilnahme an den Verhandlungen dieser Abtheilung ganz ergebenst einzuladen.

Gleichzeitig bitten wir Vorträge und Demonstrationen frühzeitig — wenn möglich vor Ende Mai — bei dem einführenden Vorsitzenden anmelden zu wollen.

Die Geschäftsführer beabsichtigen zu Anfang Juli allgemeine Einladungen zu versenden und es wäre wünschenswerth, schon in diesen Einladungen eine vorläufige Uebersicht der Abtheilungssitzungen geben zu können.

Sollte für einen Vortrag ein Projektionsapparat gewünscht werden, so bitten wir, dies gleichzeitig mittheilen zu wollen.

Der Abtheilungs-Vorstand:

Abbe-Jena. Hartmann-Frankfurt a. M. Krüss-Hamburg.
Loewenherz-Charlottenburg. Westphal-Berlin.

Dorn-Halle a. S.
Einführender Vorsitzender.
Kirchthor Nr. 8.

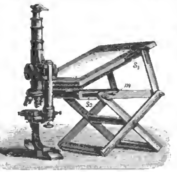
Rasehorn-Halle a. S.
Schriftführer.
Weidenplan Nr. 15.

Referate.

Ein Zeichenpult für den Gebrauch am Mikroskop.

Von Dr. Giesenhagen. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **7.** *S. 169. (1890).*

Verf. weist mit Recht auf die Wichtigkeit hin, welche einer richtigen Lage der Zeichenfläche, sowohl bezüglich ihrer Neigung als ihrer Entfernung vom Auge bei Herstellung von Zeichnungen der im Mikroskop gesehenen Objekte unter Zuhilfenahme eines der verschiedenen Zeichenapparate zukommt. Da mittels der Feineinstellung das vom Mikroskop erzeugte Bild in deutliche Sehweite gebracht wird, so ist für eine die Augen möglichst schonende Arbeit auch die Zeichenfläche in die deutliche Schweite und möglichst senkrecht zu den aus dem Zeichenapparat austretenden Sehlinien zu bringen. Verf. beschreibt ein von ihm konstruirtes Zeichenpult, welches, wie aus der nebenstehenden Figur ersichtlich, nach Bedarf in jede erforderliche Stellung gebracht werden kann. Ein mittels der Flügelmutter *m* klemmbarer Bolzen bestimmt je nach seiner Stellung im Schlitz s_2 die Höhe des bockartigen Untertheiles, mit welchem die Pultfläche durch Charniere verbunden ist und durch Verstellung von in Schlitzen s_1 gleitenden Stützen die gewünschte Neigung erhält. Zeichenpulte nach diesem Modell werden von W. & H. Seibert in Wetzlar hergestellt und in den Handel gebracht.



P.

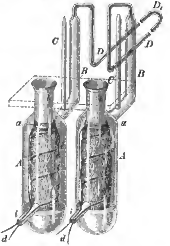
Verdampfungskalorimeter.

Von F. Neesen. *Wied. Ann.* **39.** *S. 131. (1890.)*

Der Neesen'sche Apparat ist dem Bunsen'schen Eiskalorimeter nachgebildet. Wie bei diesem die an das Kalorimeter abgegebene Wärmemenge aus der Eismenge bestimmt wird, welche in Wasser von 0° verwandelt ist, so wird bei jenem die Um-

wandlung des Aethers aus dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand zur Bestimmung der zugeführten Wärmemengen benutzt.

Der Apparat besteht aus zwei gleichen, dem Eiskalorimeter ähnlichen Glastheile, die neben einander in einem Brett befestigt und durch eine lange Kapillare mit einander verbunden sind. Zur Einführung des Untersuchungskörpers dient das Glasrohr *b* (s. Fig.), welches in ein weiteres Glasgefäss *A* eingeschmolzen ist. An das letztere ist oben das Rohr *B* angeschmolzen, welches nach der in der Figur angedeuteten Weise gebogen ist und in die Kapillare $D\,D_1$ übergeht. Die letztere hat in ihrer Mitte eine 1 bis 2 *cm* hohe Biegung nach oben, derartig, dass ihre zweite Hälfte 1 bis 2 *cm* über der ersten hinläuft. Diese Kapillare führt zu einem zweiten genau wie das erste eingerichteten Gefässe *A*. Der Stutzen *C* dient zur Einführung von Aether in das Gefäss *A*. Der untere Theil von *b* ist umgeben von einem dünnen Kupferrohr *a*; dieses ist mit einer dicken aber lockeren Lage *c* von gutem Docht umwickelt, der in den Aether taucht, um zu bewirken, dass erstens der untere Theil von *b* ganz mit flüssigem Aether umgeben ist und zweitens Siedeverzüge vermieden werden. Um den Docht ist eine Platinspirale *d* geschlungen, deren Enden von einander isolirt in den seitlichen Stutzen *i* eingeschmolzen sind und hier ins Freie führen.



In Bezug auf die Herstellung des Apparats empfiehlt der Verfasser, zunächst an *A* die Rohre *B*, *b*, *i* anzuschmelzen. Dann soll das Rohr *a* mit Docht und Draht umwickelt, der Boden von *A* abgesprengt, das Rohr *a* über *b* geschoben und der Draht durch *i* gezogen werden. Hierauf werden *A* und *i* zugeschmolzen. Zwei derartige Apparate werden dann durch die Kapillare DD_1 verbunden, wobei darauf zu achten ist, dass der Uebergang von *B* in *D* an einer vertikalen Stelle stattfindet, damit der kondensirte Aether nach *A* zurückfliesst und nicht die Kapillare verschliesst. Der Apparat wird von *C* aus vollständig mit Aether gefüllt, das Rohr *C* ausgezogen, umgebogen und in kaltes Wasser getaucht. Darauf wird in einem heissen Wasserbade soviel Aether verdampft, dass nur etwa ein Viertel von *A* gefüllt bleibt. Zur vollständigen Austreibung der Luft wird dies Verfahren öfter wiederholt. Will man *C* schliessen, so taucht man sein Ende in Quecksilber, kühlt den Apparat ab, so dass das Quecksilber in *C* steigt und schmilzt nun ab. Die äussere Luft drückt dann das weiche Glas zusammen und verschliesst *C*. Der Verfasser empfiehlt diese Art des Abschmelzens auch bei der Anfertigung von Libellen.

Der in den beiden Gefässen *A* befindliche Aetherdampf wird getrennt durch einen in den Kapillaren *D* befindlichen Abschlusstropfen von flüssigem Aether. Um ihn zu erzeugen, neigt der Verfasser den Apparat so, dass Aether in die Kapillare fliesst. Der so entstehende meist zu lange Aethertropfen wird durch geeignetes Erwärmen und Abkühlen verkleinert und an eine gewünschte Stelle gebracht. Um das Zurückfliessen des Tropfens nach *A* zu verhindern, sind die Enden der Kapillaren nach oben gebogen. Hinter die letztere wird zur Bestimmung der Lage des Tropfens eine Millimeterskale gebracht. Der Apparat wird in Luft aufgehängt, muss aber durch Schirme sehr sorgsam vor allen Luftströmungen und Wärmestrahlungen geschützt werden.

Bei den Versuchen verfährt man wie bei dem Eiskalorimeter. Man beobachtet die Bewegung des Aethertropfens vor, nach und während der Wärmeabgabe des Versuchskörpers an das Kalorimeter und bestimmt die Tropfenverschiebung, welche der Unter-

suchungskörper allein hervorgebracht haben würde. Um das zu können, muss man vorher die Eigenbewegung des Tropfens sorgfältig studiren. Der letztere bewegt sich in Folge der nicht genau gleichen Temperatur beider Gefässe A auch, ohne dass eine beabsichtigte Wärmezuführung stattfindet. Um diese Bewegung zu regeln, schickt der Verfasser durch den Platindraht einen sehr konstanten elektrischen Strom, dessen Wärmeerzeugung durch eingeschalteten grösseren oder kleineren Widerstand beliebig regulirt werden kann. Sehr störend ist, dass geringe Kaliberänderungen in dem Kapillarrohr eine erhebliche Aenderung der Geschwindigkeit der Tropfenbewegung mit sich bringen, da die Kapillarwirkung zwischen Aether und Glas als Bewegungsursache hinzukommt. Natürlich ist diese Störung um so geringer, je weiter die Kapillare ist; aber andererseits wird der Apparat durch Wahl eines zu weiten Messrohres wieder zu wenig empfindlich und verliert dadurch seinen Hauptvorzug.

Es versteht sich von selbst, dass die Einführung des erhitzten Versuchskörpers mit grosser Vorsicht geschehen muss, so dass weder während derselben eine Abkühlung stattfindet, noch dem Kalorimeter von der Umhüllung herrührende Wärme zugeführt wird. Der Verfasser warnt davor, zum Einführen eines zu untersuchenden Metalls ein Körbchen aus Metall zu benutzen, da sich dann ein galvanisches Element bildet, dessen Wärmeerregung sich störend bemerkbar macht. Kalibrirt wird das Instrument durch einen Versuch mit einem Körper von bekannter spezifischer Wärme.

Die Brauchbarkeit des Apparates wird erwiesen durch Angabe einer Anzahl von Versuchsreihen, die theils durch Erwärmung des Drahtes d durch verschiedene bekannte Stromstärken, theils durch Einführen von Körpern von bekannter spezifischer Wärme (Gold, Platin, Silber) erhalten sind. Der Verfasser arbeitete mit einem Apparat, der 25 Mal so empfindlich war als das Eiskalorimeter; er glaubt aber, dass man die Empfindlichkeit wie auch die Genauigkeit erheblich steigern kann, wenn es gelingt, den Apparat aus Metall herzustellen. Offenbar erfordert aber der Apparat eine viel vorsichtigere Behandlung als das Eiskalorimeter, ohne gleich sichere Resultate zu gewähren, so dass man ihn nur da verwenden wird, wo die Benutzung des letzteren aus irgend einem Grunde nicht möglich ist. *E. Br.*

Photochemisches Aktinometer.

Von William Brennand. *Nature 43. Nr. 1106. S. 237. (1891.)*

Verfasser benutzt zur Bestimmung der (relativen) Intensität der chemischen Strahlung des Tages- und Sonnenlichtes den nachstehend beschriebenen Apparat: Auf einer an einem vertikalen Ständer angebrachten, unter beliebiger Neigung zu insolirenden Platte befindet sich ein Streifen lichtempfindliches Papier aufgezogen, über welchen mit gleichförmiger Geschwindigkeit während einer bestimmten Zeit (16 Sekunden) ein Schieber hinweggeführt wird; als Antrieb für die Bewegung des letzteren dient ein aus einem hohen zylindrischen Gefäss (regulirbar) abfliessendes, gewisses Wasserquantum. Der empfindliche Streifen wird dadurch an jeder Stelle seiner ganzen Länge nach eine verschieden lange Zeit exponirt, wodurch offenbar eine gleichförmig verlaufende, bestimmte Abtonung (Schwärzung) resultirt, bei welcher das zuerst entblösste Ende am längsten, das andere hingegen nur momentan bestrahlt erscheint. Legt man nun nach dem bekannten Vorgange von Bunsen und Roscoe als photochemische Maasseinheit diejenige Lichtintensität zu Grunde, welche in der Zeiteinheit auf dem lichtempfindlichen Papier eine bestimmte, genau fixirte Tinte (Schwärzung) hervorbringt, so hat man dann nur auf einem mittels jenes Photometers exponirten und abgetönten Streifen diejenige Stelle aufzusuchen, bei welcher eine mit jener gleiche Schwärzung erzielt worden ist. Der reciproke Werth der Insolationsdauer, welche diesem Punkte gleicher Färbung entspricht, giebt dann ein relatives Maass für die in jener Einheit ausgedrückte chemische Strahlung.

Der obige Bericht theilt eine Reihe von Beobachtungen mit, die mit diesem photochemischen Aktinometer theils zu Dacca in Ostbengalen (1861—66), theils zu Milverton in Somersetshire während der letzten zwei Jahre erhalten worden sind. *M.*

Einige neue Objekthalter für die Jung'schen Mikrotome.

Von Dr. A. Koch. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 1890. 7. S. 165.*

Verfasser beschreibt die in dieser Zeitschrift bereits mehrfach (*1889 S. 480*, *1891 S. 27*) kurz erwähnten, nach Angaben von Prof. L. Koch durch R. Jung in Heidelberg konstruirten und neuerdings mit einigen Verbesserungen versehenen Objekthalter. Dieselben bezwecken, wie sich der Leser erinnern wird, eine ausgiebigere Hebung des Objektes bei solchen Mikrotomen, bei denen der Objekthalter durch Verschiebung längs einer zur Messerschlittenführung geneigten Bahn geschehen wird. Die Apparate werden nach zwei durch die nebenstehenden Figuren 1 und 2 veranschaulichten Modellen ausgeführt.

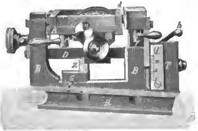


Fig. 1.

Bei Modell 1 ist die Objektklammer, in welcher mittels der Schraube *a* das Objekt festgeklemmt wird, in einem Rahmen *A* drehbar gelagert. Die Drehung erfolgt um eine Axe, die mit derjenigen der Schraube *a* zusammenfällt und wird durch ein Zahnrad *r* mittels des Triebkopfes *b* bewirkt. Die Stellung der Klammer gegen den Rahmen *A* wird durch Anziehen der mit Griff versehenen Schraube *c* gesichert. Der Rahmen *A* selbst lässt sich um eine zur ersterwähnten senkrechte horizentale Axe *d* mittels Zahnradübertragung vom Knopfe *e* aus drehen und mittels der Griffschraube *f* fixiren, so dass also die Klammer beliebig im Raum orientirt werden kann. Der die Lager der Axe *d* enthaltende Rahmen *D* ist in den seitlichen, mit dem Schlitten *S* verbundenen Führungsstücken *BB* mittels einer von der Triebaxe *G* bewegten Zahnstange *Z* vertikal beweglich und die Grösse der Hebung an der Theilung *T* ablesbar. Die Höheneinstellung wird mittels des Hebels *h* fixirt.

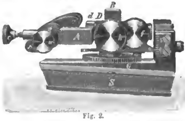


Fig. 2.

Bei Modell 2 wird die Objektklammer von einem Bügel *A* gehalten und ist in diesem um eine von der Klemmschraube *a* durchsetzte, mittels der Schraube *c* klemmbare Axe von Hand drehbar; Bügel *A* ist um eine Axe *d* in einem massiven Stück *D* drehbar und wird mittels Schraube *f* festgestellt *D* ist mittels des Schraubenkopfes *G* längs der mit dem Schlitten *S* fest verbundenen vertikalen Führung *B* beweglich und an dieser mittels der Schraube *h* festklemmbar. Die Höhenstellung wird an einer Theilung *E* abgelesen.

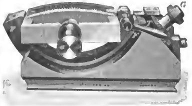


Fig. 3.

Eine dritte eigenartige Form eines Objekthalters ist in Fig. 3 veranschaulicht. Sie hat den Zweck, keilförmige Schnitte, beziehungsweise fächerförmige Serienschnitte herzustellen. Die Objektklammer *A*, welche mittels Schraube *a* zusammengespannt wird, ist in einem Bogenstück *F* drehbar gelagert und kann gegen dieses durch Klemmschraube *f* festgestellt werden. Das Bogenstück *F* hat schwalbenschwanzförmigen Querschnitt und lässt sich in einer entsprechend gestalteten Bogenführung mittels der tangential wirkenden Schraube *G* um, an der Theilung *T* der Schraubentrommel messbare Winkel drehen.

P.

Neu erschienene Bücher.

E. Japing. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis. 3. Aufl. Neu bearbeitet von J. Zacharias. Wien. M. 3,00.

K. Wirtz. Ueber eine Anwendung des Wasserdampfkalorimeters zur Bestimmung von Verdampfungswärmen. Giessen. M. 1,00.

C. Grawinkel und **K. Strecker.** Hilfsbuch für die Elektrotechnik. 2. Aufl. Berlin. M. 12,00.

O. May. Anweisung für den elektrischen Lichtbetrieb 2. Aufl. Leipzig. M. 1,80.

W. Schlösser. Die Siemens'schen Spiritusmessapparate und ihre Verwendung bei der Versteuerung des Branntweins. Berlin. M. 1,50.

E. Robel. Die Sirenen, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Akustik. Berlin, Gärtner. M. 1,00.

M. Kraft. Fabrikshygiene, Darstellung der neuesten Vorrichtungen und Einrichtungen für Arbeiterschutz und Wohlfahrt. Nach den neuesten Erfahrungen und Gesetzen in Deutschland und Oesterreich. I. Band. Wien, Spielhagen & Schurich.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Stütze für längliche Geräthe, Instrumente und Schusswaffen. Von A. Silbermann in Berlin. Nr. 54698 vom 13. Mai 1890. Kl. 42.

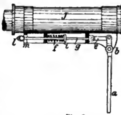


Fig. 2.

In den Händen zu haltende und zu richtende Geräthe, Instrumente oder Schusswaffen werden mit einer an das Geräth anlegbaren, zweibeinigen Stütze *a* ausgestattet. Diese bildet einen im Gelenk *b* drehbaren zweiarmigen Hebel, dessen kurzer Arm durch die Koppel *e* gelenkartig mit einer längs des Geräthes *J* verschiebbaren Zugstange *g* verbunden ist, welche durch eine gegen den Ansatz *i* sich stützende Schraubenfeder *f* so gepresst wird, dass dadurch die Stütze an das Geräth sich legt. Mittels ihres Handgriffs *l* kann die Zugstange entgegen der Federspannung verschoben und dann an den Führungswänden *m* derartig verriegelt werden, dass die Gebrauchslage der Stütze *a* (Fig. 2) gesichert ist.

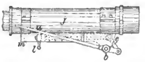


Fig. 1.

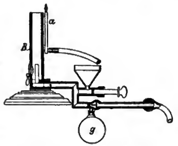
Freie Uhrhemmung. Von A. Kaiser in Berlin. Nr. 54244 vom 12. Dezember 1889. Kl. 83.

Die beim Vorspringen des Hemmungsrades frei werdende Kraft wird durch das von dem Taktgeber (Unruhe) bewegte Hemmungsstück *A* zur Beschleunigung des Taktgebers derart verwendet, dass nach einer Richtung hin ein Hauptimpuls und nach der anderen Richtung ein Neben- oder Ergänzungsimpuls erfolgt.



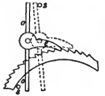
Der Hauptimpuls wird (bei *a*) durch Zahnschub gegeben, d. h. unter annähernd gleichen Umfangsgeschwindigkeiten des Hemmungsrades und des Hemmungsstückes am Eingriff. Der Neben- oder Ergänzungsimpuls, welcher durch Gleitung des Steigradzahnes auf schiefer bezw. exzentrischer Fläche *n* am Hemmungsstück erfolgt, ist wegen der Trägheit des Hemmungsrades stärker bei langsamer Bewegung des Taktgebers und am schwächsten, wenn der Taktgeber seine grössten Schwingungen vollführt. Die Wirkung des Nebenimpulses ist besonders wesentlich zum selbthätigen Angehen der Schwingungen, ferner, wenn die Schwingungen durch Stösse gestört werden oder in Folge anderer Umstände nachlassen. Zur Verhinderung eines schädlichen Falles unmittelbar vor den Hauptimpulsen kann die Einrichtung getroffen werden, dass vermittels des Obertheiles der Zähne *b* an der Kante *d* ein kleiner Vorimpuls gegeben wird. Welche Eigenschaften die Bezeichnung der, dem sogenannten „Karillon“ gleichenden, Einrichtung als „freie“ Uhrhemmung rechtfertigen, ist nicht ersichtlich.

Neuerung in der Erzeugung von Magnesiumlicht. Von C. C. Schirm in Berlin. Nr 54423 vom 12. März 1890. Kl. 57.



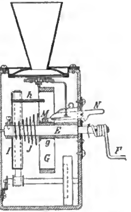
Das Zuführungsrohr für das Magnesium- oder ein anderes Glühpulver ist derart in dem Gaszuleitungsrohr des Brenners angeordnet, dass die Zerstäubung und Fortbewegung des Pulvers von dem Gasstrom herbeigeführt wird. An der Mündung des Brenners B ist eine Hilfsflamme a angeordnet und in die Gasleitung ein zusammendrückbarer Behälter g eingeschaltet. Letzterer hat den Zweck, einen plötzlich wirkenden Druck zu erzeugen.

Schaltwerk für elektrische Pendeluhren. Von E. Wehrle & Co. in Furtwangen (Baden). Nr. 54825 vom 15. Februar 1890. Kl. 83.



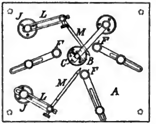
Behufs Abminderung der das Pendel beeinflussenden Reibungswiderstände und behufs Vermeidung ungleichmässiger Schaltungen bei ungleich starkem Strome, bezw. bei ungleichem Ausschlage des Pendels, ist die an letzterem gelagerte Schiebklinke e mit einem nach oben und nach unten ragenden Arm o versehen, welcher, wenn das Pendel hin und her schwingt, abwechselnd an die beiden in der Uhrplatte befestigten Stifte s anschlägt. Durch den Anstoss wird die Klinke rechtzeitig aus den Zähnen des Schiebrades ausgehoben, so dass dieses stets nur um einen Zahn geschaltet wird.

Phonograph mit feststehendem Sprechwerkzeug. Von Th. A. Edison in New-Jersey, V. St. A. Nr. 55008 vom 12. März 1890. Kl. 42.

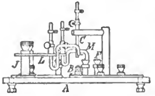


Durch Drehen des Handgriffes F bewegt sich das Phonogramm, welches auf dem lose auf der Kurbelwelle E sitzenden Phonogrammzylinder G aufgesteckt ist, unter dem Sprechstift und rückt gleichzeitig in Folge der Berührung des festen Stellblockes M mit dem Nebengewinde g voran. Diese Vorwärtsbewegung wird so lange stattfinden, bis dieses Gewinde g vollständig unter dem Block herausgelangt und das ganze Phonogramm abgesprochen ist. Die Drehung erhält hierbei der Phonogrammzylinder durch den an der Trommel I, welche fest mit der Kurbelwelle verbunden ist, vorstehenden Stift h. Die Schraubenfeder J führt den Phonogrammzylinder, nachdem der Stellblock M durch Bethätigung des Hebels N ausser Eingriff mit dem Nebengewinde gebracht ist, in die Anfangsstellung zurück.

Höhenmessapparat für Uhrmacher. Von A. Baltzer in Insterburg. Nr. 54349 vom 28. Mai 1890. Kl. 83.

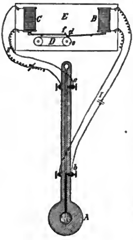


Der Höhenmessapparat dient insbesondere zum Messen der Höhen des Zylinders einer Uhr. Derselbe



besteht aus zwei auf der Platte A lösbar befestigten, einstellbaren Stängchen B und C, den die Köpfe F tragenden Schiebern zum Aufspannen des Werkes auf die Platte A und den an den Ständern J mittels Schienen L stellbar befestigten Spitzen M, die auf die verschiedenen Höhen des zu messenden Gegenstandes eingestellt werden.

Verfahren zur Messung hoher Temperaturen. Vom Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb in Magdeburg-Sudenberg. Nr. 54611 vom 9. Mai 1890. Kl. 42.



Nach diesem Verfahren wird auf irgend eine Weise die Geschwindigkeit gemessen, mit welcher die Wärme von der zu untersuchenden Wärmequelle auf einen anderen Körper übergeht. Die gefundenen Werthe werden alsdann mit den bei bekannten Temperaturen erhaltenen Werthen verglichen. Bringt man z. B. die Kugel des Gefässes *A* in einen Raum, dessen Temperatur bestimmt werden soll, so steigt das Quecksilber in dem Thermometerrohr empor und berührt den Kontakt *b*. Dadurch wird die elektrische Leitung *J* geschlossen, der Elektromagnet *B* bringt den Schreibstift *d* mit dem Papierstreifen *D* in Berührung, der durch ein in den Kasten *E* befindliches Uhrwerk mittels der Walze *e* und mit bekannter Geschwindigkeit an dem Schreibstift vorbeigezogen wird, so dass dieser eine Linie auf dem Papier erzeugt. Ist das Quecksilber weiterhin bis zu dem Kontakt *c* gestiegen, so wird durch den anderen Elektromagneten *C* ein zweiter Schreibstift *f* in Thätigkeit gesetzt, welcher neben der ersten eine zweite Linie auf dem Papierstreifen verzeichnet. Aus der Länge der einfachen Linie ergiebt sich die Geschwindigkeit des Wärmeüberganges und daraus, wie eben bemerkt, die Höhe der beobachteten Temperatur.

Für die Werkstatt.

Verfahren zur Verbindung von Glas und Porzellan mit Metallen durch Löthung. *L'Électricien. 1. S. 42. (1891.)* Von Cailletet.

Verf. hat in der Sitzung der französischen physikalischen Gesellschaft vom 19. Dezember 1890 ein Verfahren mitgetheilt, welches in den zahlreichen Fällen, in denen zu Zwecken wissenschaftlicher Untersuchungen Glas- oder Porzellanröhren mit Metalltheilen dicht verbunden werden müssen, um so grössere Vorzüge gegenüber sonstigen Verbindungsarten besitzt, als dadurch Fett oder sonstige Dichtungsmaterialien ganz entbehrlich werden; zudem ist das Verfahren ein sehr einfaches.

Man überzieht mittels eines Pinsels den zu löthenden Theil des leicht angewärmten Glasrohres mit einer Mischung von neutralem Platinchlorid und Kamillenöl. Diese Mischung bringt man zum Verdampfen und erhitzt weiter bis zur Dunkelrothgluth, sobald die Entwicklung weisser, stark riechender Dämpfe aufgehört hat. In der Glühhitze wird das Platin reduzirt und bildet einen fest haftenden, glänzenden metallischen Ueberzug. Die so metallisch leitend gemachte Röhre verbindet man mit dem negativen Pole einer hinreichend starken Batterie und schlägt in einem Kupfervitriolbade einen bei guter Ausführung ganz fest haftenden Kupferring darauf nieder. Dieser lässt sich bearbeiten und das Rohr kann nun wie ein Metalltheil behandelt, also mittels Zinnloth an Eisen, Kupfer, Bronze u. s. w. angelöthet werden.

Statt durch Platinirung kann man auch durch Versilberung die Flächen vorbereiten. Diese erhält man leicht durch Erhitzung des mit Silbernitrat überzogenen Glases bis nahe zur Rothgluth. Zahlreiche Versuche erwiesen jedoch, dass der Platinirung der Vorzug gebührt.

Die Widerstandsfähigkeit und Festigkeit solcher Löthungen ist eine sehr grosse. Cailletet führt als Beispiel dafür an, dass ein so gelöthetes Abschlussrohr seines Apparates zur Verflüssigung der Gase einem inneren Druck von mehr denn 300 Atmosphären widerstand.

P.

Fragekasten.

Wer fertigt Fernrohre für Endoskope nach Nitze?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Juni 1891.** Sechstes Heft.

Induktionsinklinatorium neuer Konstruktion und Bestimmung der absoluten Inklination mit demselben im Observatorium zu Pawlowsk.[1])

Von
H. Wild in St. Petersburg.

In einer im Jahre 1878 in den Memoiren der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften erschienenen Abhandlung (Bd. XXVI. No. 8) habe ich gezeigt, dass die Unterschiede in den Resultaten für die Inklination, welche verschiedene Induktionsinklinatorien oder dasselbe Instrument bei Anwendung verschiedener Methoden der Beobachtung (Multiplikationsmethode und Reflexionsmethode) nach der von W. Weber angegebenen Benutzungsweise des Instrumentes ergeben, lediglich in der Nichtkonstanz der Multiplikatorfunktion der gewöhnlich angewandten Galvanometer ihren Grund haben. Da aber die Benutzung von Galvanometern mit konstanter Funktion bis zu grösseren Ablenkungswinkeln ihrer zu geringen Empfindlichkeit halber hier ausgeschlossen erscheint, so musste entweder die Theorie des Instrumentes, welche Multiplikatoren mit konstanter Funktion voraussetzte, eine Vervollständigung für Galvanometer mit vom Ablenkungswinkel abhängiger Empfindlichkeit erfahren oder es musste eine andere Benutzungsart des Induktionsinklinatoriums gefunden werden, welche das Resultat von jener Voraussetzung unabhängig macht. Die erstere Aufgabe haben nahe gleichzeitig die Herren O. Chwolson[2]) in St. Petersburg und K. Schering[3]) in Göttingen wenigstens annäherungsweise gelöst; ich selbst habe den zweiten betreten und im Jahre 1881 im *Bulletin der St. Petersburger Akademie Bd. XXVII. S. 320* eine neue Beobachtungsmethode mit dem Induktionsinklinatorium beschrieben, welche den aus der Inkonstanz der Multiplikatorfunktion entspringenden Fehler ganz umgeht. Die Idee dieser neuen Methode besteht einfach darin, die beiderlei Stellungen der Drehungsaxe der Induktorrolle im magnetischen Meridian statt horizontal und vertikal, gemäss der sonst so eleganten und einfachen Benutzungsweise von W. Weber selbst, so zu wählen, dass dieselbe mit der durch die Inklination gegebenen Richtung der erdmagnetischen Kraft beiderseits nahe gleiche Winkel einschliessen und somit auch die Ablenkungen des Multiplikatormagneten in beiden Fällen nahezu gleich gross werden. Alsdann wird offenbar aus dem Resultat der störende Einfluss der Veränderung der Multiplikatorfunktion mit dem Ablenkungswinkel eliminirt werden. Wenn wir also z. B. als eine Lage der fraglichen Drehungsaxe die Vertikale wählen, was gewisse Vortheile darbietet, so hätte man

[1]) Auszug aus meiner Abhandlung in den Memoiren der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften VII. Reihe. Bd. XXXVIII. No. 3. 1890. D. Verf.

[2]) Memoiren der St. Petersburger Akademie Bd. XXVI. 14. April 1890 und Bd. XXVIII. No. 3. April 1880.

[3]) *Wied. Ann.* **9.** *S. 287. (1879).*

bei der zweiten Messung die Drehungsaxe sehr nahe um den Winkel $180 - 2i$ zur Vertikalen (mit ihrem unteren Ende gegen Nord hin) einzustellen, wenn i die zur Zeit stattfindende absolute Inklination repräsentirt. Nennen wir O den bei Benutzung dieses speziellen Falles an einem seitlichen Vertikalkreise abzulesenden Winkel $180 - 2i$ der Drehungsaxe in ihren beiden Lagen, so berechnet sich aus den Beobachtungen nach der Multiplikationsmethode die absolute Inklination nach der einfachen Formel:

$$\operatorname{tang} i_1 = \operatorname{tang} z + \frac{S_1 - S_2 - k(m_1 - m_2)}{S_2 \sin 2z},$$

wo gesetzt wurde:

$$z = 90° - O/2,$$

und wo ferner S_1 die Differenz der konstant gewordenen Maximalelongationen (beiderseits der Gleichgewichtslage des Multiplikatormagneten) d. h. des ganzen Schwingungsbogens in Skalentheilen (bei der üblichen Beobachtung mit Fernrohr und Skale) für die geneigte Lage der Drehungsaxe der Rolle, i_1 die alsdann stattfindende absolute Inklination und m_1 den gleichzeitig an einem Bifilarmagnetometer abgelesenen Skalentheil, endlich S_2 und m_2 die entsprechenden Grössen zur Zeit der Beobachtung in der vertikalen Lage der Drehungsaxe darstellen. Die Grösse k ist der Empfindlichkeitskoeffizient des angewandten Bifilars d. h. der Werth eines Skalentheils desselben in Bruchtheilen der ganzen Horizontalintensität des Erdmagnetismus. Die obige Formel ist nur dann hinreichend genau, wenn der Voraussetzung gemäss S_1 und S_2 nahe gleich, d. h. nur um einen geringen Bruchtheil (höchstens $^1/_{40}$) ihres ganzen Betrags verschieden sind und die Temperatur des ganzen Apparates während der Beobachtung nicht um mehr als 0°,1 variirt oder dann durch Anstellung einer Doppelmessung mit umgekehrter Reihenfolge der beiderlei Stellungen der Drehungsaxe aus dem Gesammtresultat der Einfluss einer grösseren Temperaturänderung eliminirt worden ist.

Nachdem Versuche nach dieser Methode mit einem mehr provisorischen Apparate in den Jahren 1880 bis 86 die Brauchbarkeit derselben erwiesen und mich zugleich zu der Hoffnung berechtigt hatten, von einem, zur vollkommenen Ausführung derselben besonders eingerichteten und sorgfältig konstruirten Instrumente eine hohe Genauigkeit der Inklinationsbestimmung zu erwarten, habe ich den nachstehend beschriebenen Apparat unter meiner steten unmittelbaren Aufsicht in der Werkstatt des physikalischen Zentralobservatoriums durch Herrn Mechanikus Freiberg und seine Gehilfen anfertigen lassen, der im Frühjahr 1890 vollendet und dann im Observatorium zu Pawlowsk aufgestellt wurde.

Beschreibung des neuen Induktors.

Der neue Induktor, den Fig. 1 (a. S. 205) in perspektivischer Ansicht nach photographischer Aufnahme darstellt, besteht aus einem grossen, in seiner Mittellinie 890 *mm* im Durchmesser haltenden Messingring R, von ∏-förmigem Querschnitt, bei dem nur an den drei Stellen, wo die Stellschraubenfüsse darin eingeschraubt sind, der Hohlraum je auf 100 *mm* Länge ausgefüllt ist. Die Schrauben der Füsse gehen ganz durch, so dass oberhalb sechseckige Muttern zum Klemmen aufgesetzt werden können. Unterhalb dienen sechseckige Theile der Füsse zum Ansetzen von messingenen Schraubenschlüsseln behufs Drehung derselben beim Nivelliren des Apparates. Der eine, in der Zeichnung nicht sichtbare hintere Fuss ruht

mit seinem spitzen Ende in einem Körner der messingenen Fussplatte, während der Fuss F_1 mit abgerundetem Ende auf einer ebenen Fussplatte schiebbar aufliegt und der dritte, ebenfalls unten abgerundete Fuss F_2 in einer passenden zylindrischen Hülse sitzt, welche zwischen zwei Nasen auf dieser Fussplatte vermittels Schrauben verschoben werden kann. Diese Vorrichtung dient dazu, kleinere Drehungen des grossen Ringes im Azimuth um den hinteren Fuss als Axe zu bewerkstelligen und darnach durch beiderseitiges Anziehen der Schrauben den Ring festzustellen.

Der Ring R_1 repräsentirt das Gestell für die Horizontalaxe des die Induktorrolle umschliessenden zweiten Ringes R_2, zu welchem Ende auf seiner oberen Seite an den Enden eines Durchmessers zwei Lagerstützen $L L_1$ angegossen sind. In halbzylindrischen Lagern derselben liegen genau passend die zylindrischen Zapfen des Ringes R_2 von T-förmigem Querschnitt, welche durch halbzylindrische Lagerdeckel beim Anziehen der sie haltenden Schrauben angepresst werden und so die Durchbiegung der Axen durch das Gewicht des inneren Ringes und der Rolle wieder grösstentheils aufheben. Hierdurch wurde aber

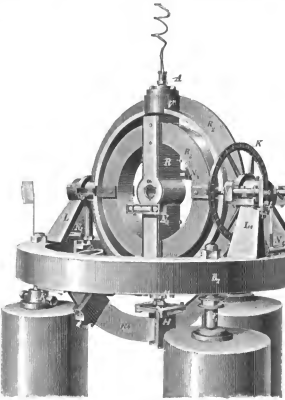


Fig. 1.

die Reibung der Zapfen sehr vermehrt und die Drehung um die Horizontalaxe erschwert; man hat daher zur Entlastung der Lager beiderseits auf die Zapfen Ringe aufgesetzt, die in einer inneren Rinne 29 Hartgusskugeln enthalten, von vertikalen Stützen getragen werden und durch diese auf kräftigen, am Ring R_1 innen befestigten Messingfedern ruhen (siehe in der Figur links). Durch Verlängerung der aus zwei Theilen bestehenden vertikalen Stützen vermittels Schraube und Mutter können die Federn so lange gespannt werden, dass sie den inneren Ring mit seinen Zapfen aus den Lagern heben und derselbe dann nur auf den Kugeln ruht und

17*

ganz leicht drehbar ist. Man lässt darauf die Spannung so weit nach, bis die Zapfen eben wieder sicher in ihren eigentlichen Lagern ruhen. An dem einen Zapfen ist zwischen dem Lager und inneren Ring der in $1/6°$ auf Silber getheilte Kreis K befestigt, welcher mit zwei Mikrometermikroskopen $m_1 m_2$ abzulesen ist. Diese werden von zwei an die betreffende Lagerstütze angegossenen Haltern getragen, in welchen sie durch Schrauben allseitig justirbar befestigt sind. Zwei Umgänge der Schraubenmikrometer mit Doppelfaden entsprechen den 10′ der Theilung, und da die Trommeln je in 60 Theile getheilt sind, so entspricht also einem Theil derselben 5″. Bei der angewandten Vergrösserung der Mikroskope können die Einstellungen des Doppelfadens auf den Theilstrich des Kreises noch ganz sicher auf 2″,5 gleich einem halben Trommeltheil erfolgen.

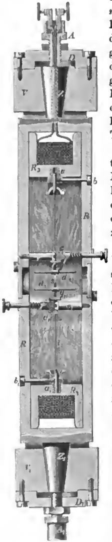


Fig. 2.

Zwischen den beiden Füssen der die Mikroskope tragenden Lagerstütze ist ein Niveau N_1 mit justirbarer Messingfassung senkrecht zur Horizontalaxe des drehbaren Ringes und entsprechend bei der anderen Lagerstütze ein ebensolches N_2 parallel zu dieser Axe auf R_1 befestigt, welche die unveränderte Erhaltung der Nivellirung desselben anzeigen sollen. Beide haben einen Theilwerth von 3″.

Der Ring R_2 besitzt an den Enden eines auf der Verbindungslinie der Zapfen senkrechten Durchmessers, entsprechend wie bei diesen, Verstärkungen VV_1, in welchen die Lager für die beiden Zapfen des massiven Messingrahmens R der Induktorrolle angebracht sind (siehe auch Fig. 2). Die beiden Zapfen und entsprechend ihre Lager sind hier konisch und zwar ist bei der Stellung des Rahmens in unserer Figur der untere Zapfen Z_1 nach aussen verjüngt und der obere Z zur Rolle hin. Durch Anziehen einer Schraube A_1 im Lagerdeckel D_1, deren stumpfes Ende gegen den unteren Zapfen drückt, kann in üblicher Weise die Reibung der Rahmenzapfen in ihren Lagern beliebig vermindert werden. Damit aber auch in der umgekehrten Lage, d. h. nach Umdrehung des inneren Ringes um seine Zapfen um 180° das Instrument benutzt werden könne, bezw. der Rahmen R mit seinen Zapfen nicht aus den Lagern herausgleite, drückt auch oben auf die Basis des Konus eine, ihrer Axe nach durchbohrte — warum dies, werden wir weiterhin sehen — Schraube A, welche wieder von einem über dem Ende des Zapfens auf das Lager V geschraubten Deckel D gehalten wird. Durch passendes Anziehen der oberen und unteren auf die Zapfen drückenden Schrauben und ihrer Klemmmuttern wird leicht erzielt, dass der Rollenrahmen mit seinen Zapfen zwar sicher in den Lagern ruht, aber doch sehr leicht in denselben trotz seines beträchtlichen Gewichts drehbar ist. Um den Rahmen mit seinen Zapfen in die Lager am Ring einlegen und herausnehmen zu können, ist die in der Zeichnung nicht sichtbare hintere Hälfte der Lager nach Lösen der sie haltenden vier Schrauben

herauszuheben, wobei durch ein sehr genaues Einpassen dieser Stücke in den Ring dafür gesorgt wurde, dass die Festigkeit desselben darunter nicht wesentlich leide. Die Axe des Rahmens soll nun offenbar genau senkrecht auf der Horizontalaxe des grossen Ringes sein; dass der Winkel beider, wie wir unten sehen werden, nur um 7″ von 90° abweicht, beweist, mit welcher Sorgfalt gearbeitet worden ist. In den Hohlraum des Messingrahmens *R*, den Fig. 2 noch besonders im Querschnitt und in $^1/_5$ natürlicher Grösse darstellt, ist die Drahtrolle zentrisch eingeschoben und mit Schrauben an ihm sehr solide befestigt. Die Rolle selbst besteht aus mehrfach verleimtem Mahagoniholz, ist dem Induktor von Leyser entnommen, also über 22 Jahre alt und somit hinlänglich ausgetrocknet. Statt des früheren, eisenhaltigen Kupferdrahtes habe ich schon im Jahr 1884 in den Hohlraum derselben von Herrn Freiberg 8,5 *kg* eisenfreien, 1 *mm* dicken, mit weisser Seide besponnenen und mit Schellack gefirnissten Kupferdrahts in 17 Lagen (im Ganzen 880 Umgänge) aufwinden lassen, wobei jede Lage mit Wachspapier bedeckt wurde. Um jeweilen den Schellackfirniss gut austrocknen zu lassen, wurde nach jeder gewickelten Lage einen Tag bis zur Wicklung der folgenden gewartet, so dass die ganze Bewicklung die Zeit vom 3. Februar bis zum 10. März in Anspruch nahm. Die Enden dieses Drahts gehen schliesslich durch den durchbohrten Zapfen *Z* des Rahmens und ein auf seiner Basis aufgeschraubtes dünnwandiges Messingröhrchen zu zwei darauf sitzenden, von einander durch Hartgummi isolirten Messingklötzen, auf die wieder zwei Messingklemmen zur Verbindung der den induzirten Strom zum Multiplikator hinführenden isolirten Kupferdrähte (in Fig. 1 als Spirale oben sichtbar) aufgesetzt sind. Das Messingröhrchen mit seinem Hartgummiknopf ist frei drehbar in den Hohlraum der Schraube eingelassen, welche durch den Lagerdeckel durchgeht und mit ihrem Rande den oberen konischen Zapfen in seinem Lager festhält.

An dem Rahmen sind aussen zwei Niveaux N_3, N_4 befestigt, und zwar N_3 zur Nivellirung der Drehungsaxe in der dargestellten Lage, N_4 zur Nivellirung derselben nach Umkehr der Axe um 180°. Diese Niveaux besitzen beide einen Theilwerth von 3″ und sind in vertikalem Sinne exzentrisch plazirt, um die zentrisch in dem mittleren verbreiterten Theil des Rahmens angebrachten, runden, durch planparallele Glasplatten verschlossenen Oeffnungen freizulassen. Durch die letzteren kann man von beiden Seiten in den Hohlraum des Rahmens sehen, der zur Anfhängung eines Doppelmagneten mit einem Spiegel an einem Kokonfaden benutzt ist und seitlich durch mit Schrauben anzupressende Mahagoniwände ganz abgeschlossen werden kann. Die nähere Einrichtung des Magneten und seiner Aufhängung ist aus der Fig. 2 ersichtlich, welche einen Durchschnitt nicht blos durch den Metallrahmen mit seinen Zapfen und deren Lager im äusseren Messingring, sondern auch der erwähnten Magnetaufhängung darstellt. Die letztere ist, wie aus der Figur ersichtlich, eine doppelte, so dass der Magnet auch in der umgekehrten Lage des Rahmens (*Z* nach unten gewendet) aufgehängt werden kann. In der Mitte des Holzringes bezw. in der Verlängerung seiner vertikalen Drehungsaxe ist in denselben je ein axial durchbohrtes Messingstück *a* eingeschraubt, in welchem sich ein Stift mit Oese am äusseren Ende verschieben und drehen lässt. Derselbe ist durch die Schraube *b*, die durch den Rahmen nach aussen hindurchgeht und mittels Schraubenziehers von dort anzuziehen ist, zu klemmen; um ihn bequemer behufs Aufhebung der Fadentorsion fassen und drehen und doch zur Oese behufs Anknüpfung des Kokon-

fadens leicht zukommen zu können, ist der Stift mit einer glockenförmigen ränderirten Scheibe versehen. Am unteren Ende des Kokonfadens ist wieder vermittels einer Oese ein zylindrischer Stift c, der eine ränderirte Scheibe und einen Haken g trägt, befestigt. In diesen Haken lässt sich vermittels einer Oese der Doppelmagnet dd_1 mit zwischenliegendem Planspiegel s einhängen oder auch statt seiner zur Aufhebung der Torsion ein gleichschweres kugelförmiges Messinggewicht. Um diese Vertauschung bequem und ohne Risiko für Aenderung der Torsion ausführen zu können, ist eine Vorrichtung zur Klemmung des Stiftes c angebracht. Dieselbe besteht aus einem in die Wand fest eingeschraubten Messingzylinder e, welcher nahe dem Stift c in zwei Y-förmigen übereinanderliegenden Lagern, etwa wie die Lager einer horizontalen Drehungsaxe, endigt, so dass der Stift c für gewöhnlich frei zwischen den Zinken dieser Lager herabhängt. Gegenüber diesem Zylinder befindet sich ein zweiter, kürzerer f, welcher gegen den Stift c hin in einem einzelnen konzentrischen Y-förmigen Lager endigt und am anderen Ende an einem dünneren Messingzylinder befestigt ist, welcher die Wand des Rahmens R durchsetzt und durch eine Spiralfeder gegen den Stift c hin getrieben wird, sowie man durch Drehung desselben um 90° von der Stellung in der Figur aus einen seitlichen Arretirungsstift in eine entsprechende Rinne der Wand einfallen lässt. Alsdann schiebt sich das gabelförmige Ende von f in den Zwischenraum zwischen den beiden Gabeln am Ende von e ein und presst den zwischenliegenden Stift c in die Lager der letzteren ein, so dass er vollkommen fest gelagert ist und man somit den Magneten von ihm abhängen kann, ohne eine Verrückung des Stiftes zu riskiren. In der Figur erscheinen beide Zylinder cc_1 oben und unten, wo alle Theile in gleicher Weise angeordnet sind, in die betreffenden Oesen des Magneten mit ihren Haken g und g_1 eingehakt; dies ist in Wirklichkeit nur für den Stift der Fall, an welchem der Magnet je nach der Stellung des Rahmens hängen soll, während dann zur gleichen Zeit der andere Stift in seiner Ruhelage sich befindet. Diese wird dadurch erhalten, dass man den Stift, an dem der Magnet hängt, klemmt und dann nach Abhängen des Magneten oder Torsionsgewichts von ihm durch ein momentanes geringes Zurückziehen der Klemmung durch den hiemit losgespannten Faden l den Stift bis zum Anschlagen des auf c befestigten Rändels an die Arretirung heben lässt. Beim Anhängen des Magneten oder Torsionsgewichts an den anderen Stift c_1 in der umgekehrten Lage des Rahmens berührt dann dieser mit seinem Haken g_1 noch nicht die betreffende Oese am Magneten. In ihrer festen Ruhelage nach Entfernung des Torsionsgewichts beziehungsweise des Magneten verharren beide Stifte, wenn das Instrument zur Induktion benutzt wird.

Gegenüber dem Magnetspiegel s befinden sich beiderseits im Rahmen kreisförmige, über doppelt so grosse Oeffnungen, welche durch planparallele Glasplatten verschlossen werden. Die letzteren sind in ihrer relativen Lage zum Rahmen dadurch justirbar, dass sie durch eine eingelegte ringförmige Feder gegen drei übergreifende Schraubenköpfe angedrückt werden und so ihre Lage durch die Stellung dieser bedingt wird.

Zum Umlegen der Induktorrolle um 180° habe ich statt einer Kurbel mit Anschlägen wie bei den Induktorien von Meyerstein und Leyser die Einrichtung gewählt, welche die Herren Mascart, de Nerville und Benoit bei dem grösseren Induktor in ihrer Untersuchung über die Bestimmung des

Ohm[1]) verwendet haben. An den Enden eines auf der Rahmenaxe senkrecht stehenden Durchmessers der hölzernen Drahtrolle sind nämlich, wie die Fig. 3 des Näheren darstellt, Messingbügel B vermittels zweier, den massiven Theil des Holzringes durchsetzenden Bolzen sowie zweier in die Holzwand eingreifender Schrauben beiderseits sehr solide befestigt. In einem an der Basis dieses Bügels ausgehobelten Schlitz lässt sich ein die Nase E tragender, von rückwärts durch die Platte p gehaltener Schlitten vermittels der an ihm sitzenden Schraubenzapfen durch die Doppelmuttern q und q_1 in der Ebene der Zeichnung verschieben und sehr solide nach Anziehen der letzteren beiderseits fixiren. An der Innenseite des Messingringes R_2 ist sodann gegenüber dem Zapfen ohne Vertikalkreis eine Messingplatte P mit Schrauben und Stellstiften befestigt, welche beiderseits die durch die punktirten Linien angedeuteten Halter der Axen der Schnepper GG_1 tragen. Diese fassen mit ihren einen Enden x und x_1 die Nase E an der Rolle zwischen sich und werden durch eine in der Zeichnung weggelassene Feder gegen diese angedrückt bezw. überhaupt nach aussen gestossen, bis ihre hinteren Ansätze λ und λ_1 an die Ringwand sich anlehnen. Sind, wie in der Figur, beide Schnepper an die Nase angepresst, so wird die Nase E und damit die Drahtrolle in einer ganz bestimmten Lage fixirt. Drücken wir aber mit der Hand gegen das freie Ende von G in der Richtung nach der Drahtrolle hin, so wird die Nase E auf dieser Seite frei und man kann jetzt etwa durch einen Stoss von unten auf die Rollenwand die Rolle um ihre Axe drehen, bis die andere Nase, von unten auf den zweiten Schnepper G_1 stossend, diese in Ueberwindung der Federkraft zurückdrückt, über sie hingleitet und auf das Ende x des inzwischen losgelassenen Schneppers G aufstösst, worauf auch G_1 mit dem Ende x_1 von der anderen Seite wieder einfällt und so die Rollenlage neu fixirt. Nach einiger Uebung gelingt es leicht, den Stoss auf die Rolle so zu bemessen, dass die Rolle nach einer Drehung um 180° durch Niederdrücken der Klappe fast ohne Stoss auf die zweite trifft und arretirt wird.

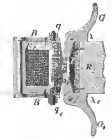


Fig. 3.

Wir haben jetzt endlich noch die Theile zu erwähnen, welche dazu dienen, den die Drahtrolle tragenden Messingring nach seiner Drehung um die Horizontalaxe und Einstellung am Vertikalkreise in einer bestimmten Lage zu fixiren. Zu dem Ende ist unten am Gestell in einer Ebene senkrecht zur Horizontalaxe eine starke Messingschiene R_4 angeschraubt, welche den Sektor eines Kreises bildet, dessen Zentrum in die horizontale Drehungsaxe des grossen Ringes fällt (siehe Fig. 1). Längs dieser Schiene sind zwei identische Hülsen H zu verschieben, deren Form und Einrichtung durch die Fig. 4 und 5 a. f. S. dargestellt ist. Vermittels der Schraube k ist diese Hülse an der gradbogenförmigen Schiene festzuklemmen. Auf der anderen, oberen Seite trägt die Hülse zunächst eine Messingplatte J, auf welcher Justirschrauben in zwei festen Nasen n und n_1 beiderseits sitzen; durch sie ist eine Querlamelle M auf der Messingplatte J verschiebbar, indem sie auf ihr nur durch zwei in Schlitzen sich bewegende Schrauben u gehalten wird. Diese Lamelle ist an ihrem inneren Rande, wie dies Fig. 4 deutlich zeigt, abgerundet. (Dass der mittlere Theil dieser Lamelle der Figur 5 gemäss ausgespart und auch da wieder abgerundet ist, ist nicht

[1]) *Résumé d'expériences sur la détermination de l'Ohm et de sa valeur en colonne mercurielle par M. M. Mascart, F. de Nerville et R. Benoit. Paris, Gauthier-Villars, 1884.*

wesentlich, sondern wurde nur durch eine spätere Verdickung der hier zu klemmenden Zapfen veranlasst.) An diese abgerundete Kante legt sich je nach der Stellung der Rolle der zylindrische Endtheil A der massiven unteren oder der hohlen oberen, die Vertikalaxe des Rollenrahmens entlastenden Schrauben an, die am Messingring V durch die Lagerdeckel D befestigt sind. An den abgerundeten Rand der Lamelle M wird der Zylinder A angepresst durch eine zweite gleichgeformte Querlamelle M_1, welche vermittels eines Schlitzes und einer Schraube r einerseits in die ebenfalls auf der Platte J durch Schraube und geschlitzte Oeffnung befestigte Doppelschiene S, welche durch die Schraube t ihrer Länge nach etwas verstellbar ist, eingelenkt ist und mit ihrem anderen Ende in die Hülse U eingeschoben ist. Diese Hülse ist wieder auf der Platte J bei v drehbar befestigt und gestattet, durch Anziehen der Schraube w die Lamelle M_1 sehr fest gegen den Zylinder A zu pressen.

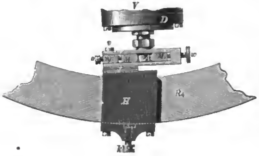


Fig. 4.

Es könnte auf den ersten Blick scheinen, dass diese Klemmvorrichtung unnütz komplizirt sei; wenn man indessen die Bedingungen erwägt, welche sie zu erfüllen hat, so wird man ihre Konstruktion wohl gerechtfertigt finden. Erstlich lassen sich durch Bewegen der Schrauben o und o_1 unter gleichzeitigem Anziehen oder Nachlassen von w mikrometrische Verschiebungen des Zapfens A und damit der Drehungsaxe der Rolle bewirken; sodann findet durch Klemmen dieses zylindrischen Zapfens zwischen den geradlinigen abgerundeten Rändern der Lamellen M und M_1 keinerlei Zug oder seitlicher Druck auf jenen statt, also auch keine seitliche Verschiebung oder Neigung der Drehungsaxe; endlich gestattet die Klemme, sehr leicht und rasch den Zapfen A nach der einen Seite ganz frei zu machen, um sodann die Rolle mit ihrer Drehungsaxe durch Drehen des Ringes um seine Horizontalaxe in eine andere Lage überzuführen; zu dem Ende löst man die Schraube w, schlägt die Schiene U nach aussen durch Drehen um v zurück, schiebt M_1 nach links etwas zurück und dreht dann diese Lamelle um r in eine parallele Lage mit S; alsdann kann der Ring mit seinem Zapfen frei gegen rechts hin aus der Klemme herausgedreht und zur zweiten Klemme übergeführt werden, welche ihre offene Seite dieser ersten zukehrt. Um ihn eventuell auch nach der anderen Seite hin herausführen zu können — was z. B. beim Umlegen um 180° nothwendig ist — muss nach Lösen der Schrauben u die Lamelle M ganz entfernt werden.

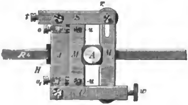


Fig. 5.

Beschreibung des Multiplikators.

Der Multiplikator zum Induktor ist äusserlich ganz dem gleich, den ich seiner Zeit bei der *„Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit in*

absolutem elektromagnetischen Maasse" angewendet und in meiner bezüglichen Abhandlung beschrieben und abgebildet habe.[1])

In die 110 *mm* breite und 45 *mm* tiefe Rinne des Mahagoniholzrahmens sind aber hier in 17 Lagen und 1560 Windungen 8 *kg* desselben Drahtes gewickelt, wie er auch zur Bewicklung der Induktorrolle gedient hatte. Die Bewicklung erfolgte ebenfalls durch Herrn Freiberg vom 16. Juli bis 16. August 1883, so dass bis zum Moment der jetzigen Benutzung des Multiplikators jedenfalls eine vollständige Austrocknung der Firnissschichten erfolgt ist. Der Hohlraum zwischen diesen Drahtwindungen, also mit Einschluss der 3 *mm* dicken Holzunterlage, ist bei obiger Breite 320 *mm* lang und 41 *mm* hoch. Wie beim früheren Multiplikator sind die Seitenwände des Rahmens auf einem 240 *mm* breiten und 490 *mm* langen Mahagonibrett aufgeschraubt, das unterhalb in seiner Mitte und damit auch unter der Mitte des Multiplikators einen konischen Messingzapfen trägt, der in eine entsprechende Messingbüchse im Zentrum einer grossen, kreisrunden Mahagoniholzscheibe von 730 *mm* Durchmesser passt, so dass also der Multiplikator um eine Axe auf dieser Scheibe drehbar ist. Zur Messung der Grösse dieser Drehung trägt die letztere an ihrem Rande eine Kreistheilung in ganzen Graden, auf welche ein am Multiplikatorgrundbrett befestigter Index weist, und um die Drehungsaxe des letzteren vertikal machen zu können, sind am Rande der Scheibe vier messingene Stellschrauben angebracht.

An einem, den Multiplikatorrahmen seitlich umfassenden Messingbügel sind drei Hülsen angebracht, von denen zwei gleiche, die eine zwischen den Windungen, die andere oberhalb derselben, zur Aufnahme zweier gleichen Magnete, je von 230 *g* Gewicht, 290 *mm* lang, 23,8 *mm* breit und 4,5 *mm* dick dienen, während in die dritte der 460 *g* schwere Messingstab für Aufhebung der Torsion nach Entfernung der Magnete einzuschieben ist. An der letzteren obersten Hülse sitzt ein vertikales Stäbchen, an welchem der in üblicher Weise mit Schrauben und Feder justirbare Planparallelspiegel drehbar angeklemmt ist, während eine Gabel am oberen Ende zur Aufnahme der Zäpfchen an einer Doppelplatte dient, zwischen deren Theilen das untere Ende des Aufhängedrahts geklemmt ist. In gleicher Weise ist derselbe am oberen Ende an einem Zylinder befestigt, der die hohle Axe der Alhidade eines Horizontalkreises mit Dreifuss durchsetzt, in ihr höher und niedriger gestellt und geklemmt werden kann und dann mit der Alhidade um, bis auf 10″ vermittels der Nonien zu messende Winkel zu drehen ist.

Zum Schutz der Magnete bezw. des messingenen Torsionsstabes vor Luftströmungen ist der Multiplikator mit einem an sein Grundbrett anschliessenden, zerlegbaren Gehäuse aus Glas und Holz umgeben, das oben einen kleineren, den Spiegel und Drahthalter umgebenden zylindrischen Aufsatz mit planparalleler Glasplatte vor dem Spiegel trägt, aus dem dann durch eine kleine Oeffnung oben nur der Aufhängungsdraht frei austritt.

Die Beobachtung der Lage und Bewegung der Magnete an ihrem Spiegel erfolgt in der üblichen Weise mit Fernrohr und Skale. Die letztere ist von Edelmann in München in Millimeter auf Glas getheilt und wird von hinten durch einen Spiegel beleuchtet, der das Himmelslicht auf dieselbe wirft. Das Steinheil'sche Ablesefernrohr mit Dreifuss giebt eine 95malige Vergrösserung.

[1]) *Memoiren der St. Petersburger Akademie der W. Bd. XXXII. Nr. 2. S. 35 Dezember 1883.*

Beschreibung der Aufstellung der Apparate im Observatorium zu Pawlowsk.

Der beschriebene Induktor ist im südlichen, der Multiplikator im nördlichen Arm des kreuzförmigen Zentralsaales des eisenfreien hölzernen Pavillons für absolute magnetische Messungen im Observatorium zu Pawlowsk aufgestellt worden, so dass ihre Mittelpunkte um 10,2 *m* von einander abstehen.

Um dem Induktor eine solide und behufs genauer Nivellirung von dem, in seiner Nähe sich bewegenden, Beobachter unabhängige Anfstellung zu geben, wurde am ersteren Orte der Mosaikfussboden des Saales innerhalb eines gleichseitigen Dreiecks von über 2 *m* Seite auf 112 *cm* Tiefe, d. h. bis auf den festen natürlichen Sandboden hinunter ausgehoben und darauf zunächst aus eisenfreien Kalkbruchsteinen ein 40 *cm* dickes Fundament mit einem 4 *cm* dicken Zementguss darüber aufgemauert. Nachdem dies gut ausgetrocknet war, liess ich über den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks von 77 *cm* Seite je als Zentren drei, 58 *cm* hohe und 40 *cm* im Durchmesser haltende Säulen aus je drei Kalksteinblöcken mit Zement aufrichten und jede dieser Säulen in 5 *cm* Abstand mit einer dünnen Mauer aus eisenfreien englischen Ziegeln von 63 *cm* Höhe umgeben, so dass diese Mauern also 5 *cm* höher als die Säulen waren. Nunmehr wurden auf diese Fundamentsäulen solche von Marmor von 31 *cm* Durchmesser und 89 *cm* Höhe mit Zement aufgesetzt, der Raum zwischen den Ziegelmauern und dem stehengebliebenen Zimmerboden bis zur Höhe der Ziegel mit Schutt ausgefüllt, festgestampft, zementirt und darauf um die Säulen Marmorringe von 5 *cm* Dicke, 35 *cm* innerem und 71 *cm* äusserem Durchmesser auf die Ziegelmauern gelegt, mit Zement befestigt und das Mosaik des Zimmerbodens, mit dem die Ringe jetzt im gleichen Niveau lagen, bis zu diesen hin wieder ergänzt. So kann man also ohne Gefahr einer Erschütterung oder Biegung ganz nahe an die Säulen herantreten, da sie durch einen 2 *cm* breiten Zwischenraum von den Marmorringen und weiterhin durch einen 5 *cm* breiten Zwischenraum bis zu 68 *cm* Tiefe hinab vom umgebenden Fussboden getrennt sind. Der Zwischenraum zwischen der Säule und dem Ring wurde schliesslich mit einem an die Säule dicht anschliessenden 4 *cm* breiten Filzring bedeckt, um das Hinabfallen von kleineren Gegenständen in den Zwischenraum zu verhüten.

Die Säulen sind so disponirt, dass zwei in einer Senkrechten zum magnetischen Meridian liegen und die dritte von ihnen aus nach Süden steht. Wie die photographische Ansicht des Induktors zeigt, ist nun derselbe mit seinen drei Stellschraubenfüssen vermittels der erwähnten Fussplatten auf die Marmorsäulen so aufgesetzt, dass die Platte mit dem Körner und die Fussspitze des Gestells, welche am einen Ende der Gradbogenschiene steht, auf die Säule nach Süden zu liegen kommen und damit diese Schiene nahezu im magnetischen Meridian sich befindet. Nach erfolgter definitiver Justirung wurden, wie weiter unten noch erwähnt werden wird, die messingenen Fussplatten, welche trotz des grossen Gewichts des Instruments — über 150 Kilogramm — eine Verschiebung auf den glatten Endflächen der Marmorsäulen erleiden konnten, an diesen mit Kitt — Mischung von Kolophonium, Wachs und Terpentin — befestigt.

Bei dieser Stellung des Induktors ist das mit dem Theilkreise versehene Ende der horizontalen Drehungsaxe gegen Westen gerichtet und das letztere befindet sich nabezu in der Mitte des südlichen Zimmerarms und vor einem daselbst nach Süden gerichteten Fenster, so dass die Beleuchtungsvorrichtung für das südliche Mikrometer-

mikroskop unmittelbar von dort genügend Licht empfängt. Um dasselbe auch für das nördliche, vom Fenster abgewandte Mikroskop zu erzielen, wird ein um zwei aufeinander senkrechte Axen drehbarer Spiegel mit seinem ringförmigen Halter auf den Fussschraubenkopf unmittelbar links vom Kreis in Fig. 1 gesetzt — er steht in der Figur gegenüber auf dem anderen Fuss, um das Bild nicht zu stören — und durch ihn das Licht vom Fenster auf jene Beleuchtungsvorrichtung geworfen. Die letztere besteht einfach aus einem, in der Figur sichtbaren Stück weissen Karton, der schräg zur Mikroskopaxe und seitlich von ihr an einem leichten Messinghalter befestigt ist, so dass die polirte Theilungsfläche des Kreises diese beleuchteten weissen Flächen eben noch in die mit ihren Axen unter einem Winkel von ungefähr 15° zur Normalen der Theilungsfläche orientirten Mikroskope hineinreflektiren. Man erhält so im Gesichtsfeld sehr scharf und gleichförmig begrenzte Bilder der Theilstriche auf hellem mattweissen Grunde, was die Sicherheit der Einstellung der Mikrometerdoppelfäden wesentlich erhöht. Der Induktor ist auf Säulen gestellt, die sich 79 *cm* über den umgebenden Fussboden erheben, damit die Mikroskope für einen, vor ihnen auf einem gewöhnlichen Stuhle sitzenden Beobachter gerade in Augenhöhe zu liegen kommen und so zur Kreisablesung möglichst bequem sind.

Der Multiplikator ist im nördlichen Kreuzarm des Saales auf demselben steinernen Tisch aufgestellt, wie dies in meiner oben erwähnten Schrift, *Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit u. s. w. S. 42* beschrieben und ebendaselbst in perspektivischer Ansicht und im Grundriss (siehe auch S. 58 des Textes) abgebildet ist. Wie dort steht der nach Art eines Theodoliten gebaute Torsionskreis mit der Aufhängevorrichtung für den Magneten auf einem Dreifuss, der im Dachboden über einer entsprechenden Oeffnung der Saaldecke am Gebälk des Daches solid befestigt ist. Ein Doppelfenster im Dach gewährt genügendes Licht für die Kreisablesung daselbst und zur Verhütung störender Luftströmungen wegen Temperaturungleichheiten besonders im Winter habe ich um den Dreifuss eine von der Luftheizung des Gebäudes aus zu erwärmende Kammer mit doppelten Wänden und doppelter Thür einrichten lassen, wobei überdies während der eigentlichen Inklinationsmessungen der Torsionskreis u. s. w. und damit auch die Oeffnung zum Saal hin durch einen übergestülpten Deckel noch ganz von dieser Kammer abgeschlossen wird. Wie am angeführten Orte näher angegeben ist, lässt sich durch eine Verschiebung des Torsionskreises auf Schienen leicht eine genaue Zentrirung des Magneten im Multiplikator erzielen. Als Aufhängedraht wurde schliesslich ein Platiniridiumdraht (10 % Iridium auf 90 % Platin) gewählt; derselbe ist 3560 *mm* lang und 0,51 *mm* dick. Er hat den Zweck, dem zu einem astatischen Nadelpaar vereinigten System der beiden Magnete die nöthige Richtkraft bei einer Schwingungsdauer von höchstens 20ˢ zu verleihen.

Ich habe hier nicht sowohl wegen grösserer Empfindlichkeit ein astatisches Magnetpaar benutzt, als zur Verminderung des Einflusses der Deklinationsvariationen einerseits und zur Beseitigung störender Einwirkung des Magneten sowohl auf den Induktor als auf die übrigen magnetischen Apparate in diesem Lokal andererseits. In der That ist derselbe erfahrungsgemäss auf alle dort befindlichen Instrumente als Null zu betrachten und wir brauchen daher diese Magnete zur Zeit der anderen absoluten Messungen nicht zu entfernen.

Multiplikator und Induktor sind durch zwei längs der benachbarten Wände und der Decke hinlaufende gut isolirte Kupferdrähte von 2 *mm* Dicke leitend verbunden.

Auf einem Granitpfeiler nahe der Mitte des Saales unter der daselbst befindlichen grossen Laterne ist in 4 *m* Entfernung vom Spiegel des Multiplikatormagneten das schon erwähnte Steinheil'sche Ablesefernrohr aufgestellt; die zugehörige Skale aber mit ihrem Beleuchtungsspiegel ist rückwärts vom Beobachter auf einem zweiten Pfeiler ebenfalls noch unter der Laterne angebracht und befindet sich da in einem horizontalen Abstande von 5842 *mm* vom Spiegel, so dass der Winkelwerth eines Skalentheils (1 *mm*) 17″,66 oder nahezu 0′,3 beträgt. Trotz der bedeutenden Entfernung ist die 95-malige Vergrösserung des Fernrohrs hinreichend, um Zehntel der Skalentheilung bei guter Beleuchtung noch sicher schätzen zu können. Letztere ist selbst bei trübem Himmel genügend, wenn der Beleuchtungsspiegel das Himmelslicht direkt ohne zwischengeschaltete matte Glasplatte auf die Skale und durch dieselbe hindurch über den Kopf des Beobachters am Fernrohr bis zum Magnetspiegel wirft.

Auf einem den Fernrohrpfeiler umgebenden Tisch dem Beobachter zur Hand sind ferner noch angebracht: 1) ein Doppeltaster, der durch Niederdrücken der einen oder andern der beiden Tasten gestattet, den Strom eines Meidingerelementes durch einen besonderen, nur eine Windung am Multiplikator bildenden Draht zu schicken, um unter eventuellem Einschalten eines grösseren Flüssigkeitswiderstandes die schwingenden Magnete im Multiplikator rascher zu beruhigen; 2) ein einfacher Taster, um elektrische Glockensignale zum unterirdischen magnetischen Pavillon zu geben behufs Ablesung der Variationsapparate daselbst zu gewissen Zeitpunkten; 3) ein Gyrotrop, um den durch passende Abzweigung und durch einen eingeschalteten Siemens'schen Stöpselrheostaten nach Wunsch geschwächten Strom des obigen galvanischen Elements durch eine besondere Drahtleitung, die dann statt der zum Induktor führenden mit den Enden des Multiplikatordrahts verbunden wird, in der einen oder anderen Richtung in letzterem zirkuliren zu lassen und so konstante Ablenkungen der Multiplikatormagnete nach beiden Seiten zu erzielen.

Sowohl beim Multiplikator als beim Induktor, beim ersteren innerhalb des Kastens, beim letzteren zwischen den Mikroskopen, sind Thermometer angebracht, um die Variation der Temperatur bei beiden Instrumenten während der Dauer der Versuche beurtheilen zu können.

Endlich ist ein etwas kleineres Ablesefernrohr mit Skale ebenfalls unter der zentralen Laterne in ungefähr 3,4 *m* Distanz vom Zentrum des Induktors und dem durch dasselbe gelegten magnetischen Meridian ebenfalls auf einem Granitpfeiler zur Beobachtung der Stellung der planparallelen Verschlussplatten im Rollenrahmen und des Spiegels des eventuell eingehängten Doppelmagneten aufgestellt.

Justirung und Verifikation des Induktors.

Alle zur Konstruktion des Instrumentes verwendeten Messingmassen sind unmittelbar vor ihrer Bearbeitung und ebenso nach ihrer Vollendung, so scharf als dies durch Annähern derselben an einen Deklinationsmagneten bis auf 20 *mm* und durch Beobachtung des Magneten vermittels Fernrohr und Skale, wo ein Skalentheil 30 Bogensekunden entspricht, geschehen konnte, auf Eisenfreiheit geprüft worden.

Nachdem das Gestell des Instrumentes nach einem Kompass zunächst so gerichtet worden war, dass die Horizontalaxe angenähert senkrecht zum magnetischen Meridian stand und darauf durch eine über den Ring auf seine obere

Fläche in zwei zu einander senkrechten Lagen gelegte Latte mit Niveau im Rohen horizontal gemacht worden war, erfolgte die genaue Einnivellirung der Drehungsaxe der Rolle in eine vertikale Lage vermittels des an dem Rahmen sitzenden Niveaus, indem man bei der Ost-West-Lage der Rollenscheibe unter Umdrehen derselben je um 180° einmal das Niveau und sodann die östliche bezw. westliche Fussschraube korrigirte, bis in jeder der beiden Lagen die Blasenmitte auf denselben Theilstrich fiel, worauf dann nur noch in der Nord-Süd-Lage der Rollenscheibe durch die früher erwähnte Justirung der Schrauben o, o_1 und w an der Axenklemme dasselbe Einstehen des Niveaus zu erzielen war. Auf diese Weise gelingt es leicht, die Drehungsaxe mit einer Sicherheit von 0,2 Niveautheil $= \pm 0''{,}6$ vertikal zu machen.

Ist die Unsicherheit erheblich grösser, so ist dies ein Zeichen, dass die Entlastungsschraube A (siehe Fig. 1) zu stark, eventuell auch die obere Pressschraube A_1 zu wenig angezogen ist und man hat dann nach Lösen der Klemmmuttern Korrekturen vorzunehmen, bis unbeschadet der leichten Drehbarkeit der Rolle die Nivellirung ganz sicher ausgeführt werden kann, worauf die Pressmuttern wieder fest anzuziehen sind.

Die Benutzung des Induktors nach meiner Methode auch bei geneigter Lage der Drehungsaxe der Rolle setzt voraus, dass mit dieser Nivellirung derselben auch zugleich die Drehungsaxe des grossen Ringes R_2 genau horizontal geworden sei, d. h. also die beiden Axen aufeinander senkrecht stehen und so die Drehungsaxe der Rolle R_1 beim Drehen des Ringes R_2 um seine Axe genau in einer vertikalen Ebene sich bewege. Um die Erfüllung dieser Bedingung durch die Verfertiger des Apparates zu prüfen, wurde die Rolle mit ihrem Ring um die Horizontalaxe um 180° umgedreht, nachdem man zu dem Ende die Klemme am Gradbogen gelöst und zur Ermöglichung des Durchschlagens die beiden über den Zylinder A vorstehenden Drahtklemmen am oberen Axenende ausgeschraubt hatte, so dass dann dieser Zylinder in der Klemme am Gradbogen befestigt werden konnte. Da dieser Zylinder nicht einen genau gleichen äusseren Durchmesser wie A_1 hat, so ist jeweilen eine kleine Justirung der Schrauben o und o_1 und damit der Lamelle M_1 nöthig, um nach der Klemmung mit w die Drehungsaxe der Rolle wieder in der Richtung Nord-Süd nivellirt zu erhalten, bezw. in eine Vertikalebene durch die Drehungsaxe des Ringes gebracht zu sehen. Wäre die erstere nun wirklich senkrecht auf der letzteren, so müsste damit die Drehungsaxe der Rolle auch im Sinne Ost-West vollständig nivellirt, also wieder, ohne Justirung der Fussschrauben des Gestells, vertikal stehen. Schliesst dagegen beispielsweise das mit dem Kreis versehene Ende der Horizontalaxe des Ringes R_2 den Winkel $90° - v$ mit dem in der Normallage nach oben gerichteten Ende A der vertikalen Drehungsaxe der Rolle ein, so wird nach der genauen Vertikalstellung dieser die Drehungsaxe des Ringes R_2 mit dem Horizont den Winkel v einschliessen und zwar so, dass das Kreisende derselben höher liegt, und nach Umdrehung des Ringes um 180° wird dann die Drehungsaxe der Rolle in der durch die Drehungsaxe des Ringes R_2 gelegten Vertikalebene einen Winkel von $2\,v$ mit der Vertikalen bilden, welcher Winkel unmittelbar mit dem zweiten Niveau zu messen ist, wenn man dasselbe in der Ost-West-Lage der Rollenscheibe und darauf nach Umdrehen um 180° um ihre Axe abliest. Drei unabhängige Messungen dieser Art zu verschiedenen Zeiten, nämlich bei einer ersten Verifikation des Instrumentes noch in St. Petersburg, sodann unmittelbar nach der Aufstellung in Pawlowsk und endlich bei einer zweiten Justirung einen Monat später ergaben

übereinstimmend, dass der Winkel v nicht gleich Null sei, sondern in dem oben angenommenen Sinne

$$v = 7''{,}0 \pm 1''{,}0$$

betrage. Dies ist aber eine so kleine Grösse, dass der dadurch bedingte Fehler im Endresultat ein ganz verschwindender und daher nicht weiter zu berücksichtigender sein wird.

Es handelt sich jetzt weiterhin darum, die Windungsebene der Rolle in der Lage, wie sie durch die Anschläge fixirt wird, parallel der horizontalen Drehungsaxe des Ringes und beide genau senkrecht zum magnetischen Meridian zu orientiren. Zu dem Ende wird in der Normallage der Rollenaxe, nachdem der Faden mit dem Torsionsgewicht daran während mehrerer Tage austordirt worden ist — der Kokonfaden hat 60 *g* Tragkraft und der Magnet mit Spiegel 25 *g* Gewicht —, der Doppelmagnet mit Spiegel eingehängt und nach erfolgter Beruhigung des letzteren der Magnetspiegelstand mit dem zugehörigen Fernrohr an der Skale abgelesen. Hängt man nunmehr das Magnetsystem um, so dass der obere der beiden Magnete nach unten und der untere nach oben zu liegen kommt, so werden im Allgemeinen zwei Veränderungen im Spiegelbild der Skale erfolgen; erstlich wird ein anderer Skalentheil hinter dem Vertikalfaden des Fernrohrs erscheinen, wenn nicht zufällig die Spiegelnormale einer Vertikalebene durch die magnetische Axe des Magnetsystems parallel ist und sodann wird das Skalenbild im Gesichtsfeld des Fernrohrs steigen oder fallen, weil im Allgemeinen die Verbindungslinie der beiden Oesen noch nicht durch den Schwerpunkt des Magnetsystems geht und die Spiegelnormale nicht zugleich senkrecht zu dieser Linie ist. Durch Verschieben der Magnete in ihren Hülsen unter Lösen der betreffenden Klemmschrauben, sowie durch Justiren des Spiegels in seinem Rahmen, in welchem er durch eine gegen seine Rückseite drückende federnde Platte gegen vier übergreifende Schraubenköpfe vorn am Rahmen angepresst wird, vermittels Anziehen der oberen oder Losschrauben der beiden unteren Schrauben wird zunächst erzielt, dass beim Umhängen des Magneten das Skalenbild weder steigt noch fällt und sodann macht man die Spiegelnormale durch gleichzeitiges Drehen der beiden linken bezw. rechten Schrauben an der Spiegelfassung auch noch in der Horizontalebene parallel der magnetischen Axe des Systems, was am Erscheinen desselben Skalentheils hinter dem Vertikalfaden des Fernrohrs beim Umhängen zu erkennen ist. Ist dieser Skalentheil der vertikal über der optischen Axe des Fernrohrs befindliche, — was durch ein seitliches Verschieben des Fernrohrs mit seiner Skale erzielt werden kann —, so liegt dann offenbar auch diese optische Axe im magnetischen Meridian durch das Zentrum des Induktors.

Man hebt nun die Verbindung der Zuleitungsdrähte zum Multiplikator mit den Polklemmen des Induktordrahtes auf und verbindet die letzteren leitend mit den Polen eines Meidinger'schen Elements, wobei in die Leitung ein Flüssigkeitsrheostat und ein Doppeltaster, ähnlich wie für den besonderen Draht beim Multiplikator (siehe S. 214) in der Nähe des Fernrohrs eingeschaltet sind. Lässt man jetzt durch Niederdrücken des einen Tasters einen Strom in der Rolle zirkuliren, so wird der Magnet in ihrem Zentrum nur ruhig bleiben, wenn die Ebene ihrer Windungen senkrecht auf dem magnetischen Meridian steht. Erfolgt eine Bewegung, so kann man aus dem Sinne derselben erkennen, nach welcher Seite man das ganze Gestell vermittels der auf den einen Fuss seitlich einwirkenden Schrauben zu drehen hat, bis diese Bedingung erfüllt ist. Dies

lässt sich sehr scharf daran erkennen, dass das Hindurchsenden eines Stromes durch die Rolle in der einen und anderen Richtung keinerlei Ablenkung am Magneten in ihrem Zentrum bewirkt.

Ist dieses erzielt, so besteht die nächste Operation darin, die beiden planparallelen Verschlussplatten des Magnetgehäuses im Rollenrahmen mit ihren Schrauben so zu justiren, dass sie denselben Skalentheil in das Fernrohr reflektiren wie der Magnetspiegel und dabei das Skalenbild des einen über, das des anderen unmittelbar unter dem Skalenbild vom Magnetspiegel erscheinen, so dass sie alle drei zugleich im Fernrohr gesehen werden können[1]). Selbstverständlich ist dabei das Bild von der hinteren Verschlussplatte etwas weniger deutlich, da der Doppelmagnet einen Theil der Strahlen von ihm abhält; bei der Grösse dieser Platten im Verhältniss zum Magnetspiegel ist indessen dieses Hinderniss nicht sehr störend. Nach dieser Justirung sind offenbar die Normalen der beiden Glasplatten in eine Vertikalebene gebracht, welche auf der Windungsebene der Rolle senkrecht steht.

Hätte nun zur Zeit die seitliche Anschlagsnase an der Rolle eine solche Stellung zu deren Windungen, dass in ihrer Ruhelage zwischen den beiden Anschlaghebeln die Windungsebene auch der horizontalen Drehungsaxe des Ringes parallel wäre, so würde nach der ersten dieser Justirungen auch diese Axe, wie verlangt, senkrecht auf dem magnetischen Meridian stehen. Um zu erkennen, ob ersteres der Fall ist, haben wir nur nach Entfernung des Magneten wieder den Ring mit Rolle um die horizontale Drehungsaxe um 180° umzudrehen. Wird dann von den planparallelen Verschlussplatten derselbe Skalentheil wie vorher in's Fernrohr reflektirt, so ist obige Bedingung erfüllt. Fällt dagegen die Normale der Windungsebene nicht in eine, zur Horizontalaxe senkrechte Vertikalebene, sondern bildet mit dieser etwa einen Winkel w, so wird, da wir die erstere in den magnetischen Meridian gebracht haben, die letztere einen Winkel w damit bilden und folglich, nach Umdrehung der Rolle um die Horizontalaxe um 180°, alsdann die Normale ihrer Windungsebene mit dem magnetischen Meridian — wenn sich derselbe inzwischen nicht erheblich geändert hat — einen Winkel von $2w$ einschliessen und um denselben Winkel erscheinen dann auch die Skalenbilder von den Verschlussglasplatten seitlich verschoben, da ja diese nach der obigen Justirung als Repräsentanten der Windungsebene gelten können. Zur Rektifikation des Instrumentes hat man also bloss bis zur Annullation der an der Skale abgelesenen Winkeländerung je um die Hälfte derselben zunächst das Gestell zu drehen, wodurch nunmehr die horizontale Drehungsaxe senkrecht zum Meridian orientirt wird und sodann die Nase am Rahmen vermittels ihrer Justirungsschrauben (q und q_1, Fig. 4) zu verstellen, wodurch die Windungsebene parallel zur horizontalen Drehungsaxe und also auch in dieser Lage wieder senkrecht zum magnetischen Meridian gemacht wird. Will man sich von der richtigen Ausführung dieser Korrektionen noch auf andere Weise überzeugen, so kann man in dieser Lage der Rolle an den zweiten, ebenfalls vorher detordirten Faden wieder den

[1]) Da die eine dieser Platten um die halbe Rollenbreite vor und die andere um ebensoviel hinter dem Magnetspiegel sich befindet, so werden die Skalenbilder von ihnen in dem für das Bild vom Magnetspiegel eingestellten Fernrohr nicht scharf erscheinen. Bei der angenommenen Entfernung der Skale und der mässigen Vergrösserung des Fernrohrs ist indessen die Deutlichkeit derselben ganz genügend, um die Koinzidenz desselben Skalentheils mit dem Vertikalfaden des Fernrohrs in allen drei Bildern bestimmt erkennen zu können.

bereits berichtigten Doppelmagneten einhängen, worauf dann, mit Berücksichtigung der inzwischen allenfalls eingetretenen Deklinationsänderung, derselbe wieder durch einen in der Rolle kreisenden Strom keine Ablenkung erfahren soll. Dasselbe kann zum Ueberfluss auch nach Zurückdrehen des Ringes in seine normale Lage nochmals wie zu Anfang ausgeführt werden, wobei eventuell noch einige kleine Verbesserungen der gemachten Justirungen anzubringen sind. Bedenken wir, dass beim Nadelinklinatorium eine Abweichung der Schwingungsebene der Magnetnadel um $1/2°$ vom magnetischen Meridian und entsprechend also auch beim Induktionsinklinatorium eine Abweichung der Normalen der Windungsebene der Rolle um denselben Betrag vom Meridian das Resultat für die absolute Inklination bei uns noch nicht um volle 2,"5 unrichtig macht, so liegt es auf der Hand, dass bei der vorliegenden Justirung die gewöhnlichen Deklinationsvariationen ganz unschädlich sind.

Schliesslich bleibt nur noch übrig, die zweite Nase auf der anderen Seite des Rahmens so zu justiren, dass durch ihre Stellung eine genaue Umdrehung der Rolle um ihre Axe von je 180° garantirt wird. Dies erkennt man, wie leicht ersichtlich, daran, dass die planparallelen Verschlussplatten je nach dem Einschnappen der einen oder anderen Nase genau denselben Skalentheil hinter dem Vertikalfaden im Fernrohr erscheinen lassen. (Fortsetzung folgt.)

Instrumente zu submarinen Messungen.

Von
Leopold Szarvas in Budapest.

Im Folgenden sollen einige Instrumente für Tiefseeforschungen beschrieben werden, welche theils schon ausgeführt und, so weit als möglich, auf dem Festlande versucht worden sind, theils jedoch nur im Projekte existiren. Ich wurde zu diesen Konstruktionen durch das Studium der Ozeanographie und der für ozeanische Forschungen angewandten Instrumente veranlasst. Inwiefern es mir gelungen ist, den Mängeln der letzteren abzuhelfen, konnte ich selbst vorläufig nur aus einigen Versuchen ersehen, deren Erfolg meinen Erwartungen indess entsprochen hat. Ich wage zu hoffen, dass die bisher noch nicht ausgeführten Instrumente den an dieselben gestellten Forderungen ebenfalls Genüge leisten werden. Ich würde mich glücklich schätzen, sollte es mir gelingen, durch diese Instrumente der wissenschaftlichen Forschung einen, wenn auch nur geringen Dienst zu leisten und bitte, falls die nachfolgenden Ausführungen zur Herstellung des einen oder anderen der Instrumente anregen sollten, den betreffenden Herrn Verfertiger, mich davon gütigst zu verständigen.

1. Tiefenmessung.

Die bisher benützten Bathometer können, wie dies Herr Prof. Dr. Guenther in *dieser Zeitschr. 1882. S. 392* gethan, in mehrere Klassen getheilt werden, doch wollen wir hierauf nicht eingehen, sondern nur in Kürze die wichtigsten Apparate und hauptsächlich deren Fehler betrachten.

Das gebräuchlichste Bathometer ist das von Baillie oder Sigsbee verbesserte Brooke'sche Instrument. Seine Konstruktion beruht auf dem Prinzipe der Auslösung. An einem starken Eisenrohr sind mit Hilfe von Drähten an dreh-

baren Armen durchbohrte, kreisrunde Eisenscheiben befestigt. In dem Momente, wo das Rohr den Boden oder überhaupt ein widerstehendes Medium trifft, klappen die Arme um und die Scheiben fallen ab.

Die Leine besass vor diesem Augenblicke eine (bekannte) Geschwindigkeit, welche selbstverständlich auch von der Belastung abhängt; wenn nun diese ausgelöst ist, wird sich die Geschwindigkeit der Leine sprungweise vermindern. Der Zeitpunkt, in welchem dieser Sprung stattfindet, wird, gleichwie auf welche Weise, sorgfältig notirt und später die Länge der Leine gemessen. Die Fehler dieses Bathometers sind folgende:

1. Eine sehr grosse Menge Eisen geht verloren. Sigsbee führte in einem Jahre 2000 Messungen aus; rechnen wir für jede derselben nur einen Zentner Eisen, so repräsentirt dies schon eine ganz erkleckliche Summe.

2. Wenn der Meeresboden schlammig ist, ist es mindestens sehr fraglich, ob die Messung zu einem Resultate führen wird; möglicherweise muss die Messung wiederholt werden.

3. Eine Messung von etwa 4000 *m* kostet mindestens 4 bis 5 Stunden.

4. Wenn die Tiefe sehr beträchtlich ist, spielt das Gewicht der Scheiben im Verhältnisse zum Eigengewicht des Taues (oder Drahtes) und zur Reibung desselben eine untergeordnete Rolle, so dass das Abfallen derselben kaum wahrnehmbar ist.

5. Eine Messung ist nur mit grossem Zeitopfer zu wiederholen. — Das ist vielleicht der grösste Fehler. Es kann nämlich vorkommen, dass das Eisenrohr an einen grossen Fisch, an ein hervorstehendes Riff anschlägt; in diesem Falle notiren wir entweder ein falsches Resultat, oder, wenn wir den Irrthum zufällig wahrgenommen, muss die Messung wiederholt werden. Das kostet nun erstens viel Zeit, ist aber vielleicht durch schweren Seegang ganz unmöglich; natürlich leidet unter diesem Instrumentenfehler nur die topographische Aufnahme des Meerbodens. Und die Frage ist doch gerechtfertigt: warum sollen die Tiefen des Meeres nur ganz roh bestimmt sein, wenn man die Höhen des Festlandes mit einer Genauigkeit von Zentimetern misst?

Auf ganz anderem Prinzip beruht das Bathometer von Thomson. Ein innen mit Farbe belegtes Rohr wird vom Schiffe hinabgelassen. Da das Rohr an seinem oberen Ende geschlossen ist, wird die darin befindliche Luft allmälig zusammengepresst und die Farbe bis zur Höhe des eingedrungenen Wassers verändert. Durch die Veränderung der Farbe wird die Höhe, also der Druck des Wassers in dem Rohr gemessen und daraus die Tiefe berechnet.

Dieses Bathometer ist also eigentlich ein „Maximum-Barometer", und wird auch in der That von Hopfgartner und Arzberger durch ein Aneroid ersetzt.

Ein Urtheil über das Thomson'sche Instrument giebt uns das *Handbuch der nautischen Instrumente, herausgegeben vom hydrographischen Amt der Admiralität, Berlin, 1882:* „das Bathometer von Thomson wäre ganz gut, wenn die Tiefe nicht zu gross ist und sich annehmen lässt, dass die Temperatur der in der Röhre eingeschlossenen Luft nahezu konstant und gleich der des Seewassers ist." Ob bei so grossem Drucke (ich spreche von der Tiefe 8000 bis 9000 *m*) nicht ein Theil der inneren Luft vom Wasser absorbirt wird, oder in irgend einer anderen, uns unbekannten Weise die Anzeige des Wasserdruckes alterirt ist, können wir nicht mit Sicherheit wissen.

Noch will ich auf einen äusserst wichtigen Umstand aufmerksam machen.

Wenn das Rohr in eine Tiefe von 8000 *m* gelangt, so wird die darin befindliche Luft auf den achthundertsten Theil des normalen Volumens komprimirt. Falls das Rohr bis auf 10 000 *m* angelangt ist (was eben nur zur Illustration des Beispiels angenommen wird), wird das Volumen der Luft nur ein Tausendstel des ursprünglichen betragen. Das Rohr müsste nun in wahrhaft riesigem Maassstabe ausgeführt sein, damit eine 50 *m* Tiefenunterschied entsprechende Veränderung wahrnehmbar würde.

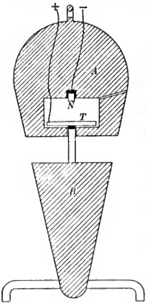


Fig. 1.

Das Bathometer von Siemens wäre ein Ideal, wenn seine Ausführung dem genialen Grundgedanken: Messung der minutiösen Veränderungen der Gravitation, entspräche. Leider sind alle jene Instrumente, welche berufen waren, die Fehler, die in obigen fünf Punkten erwähnt wurden, zu vermeiden, dem Urtheil der Fachmänner nach nur im bescheidendsten Maasse verwendbar und machen die an dieselben geknüpften Hoffnungen illusorisch.

Ich will nun in möglichster Kürze die von mir erdachten Bathometer und deren Vortheile beschreiben.

A (Fig. 1) ist ein sehr schweres Gefäss, in welchem die Messingscheibe *T*, solid befestigt an *B*, doch vollkommen isolirt davon, sich frei auf und ab bewegen kann. Im Kabel (Drahtseil), welches das Bathometer trägt, sind zwei Drähte, Leiter eines elektrischen Stromes, ebenfalls wohl isolirt, in das Instrument geführt, so zwar, dass der eine z. B. negative Draht in die Scheibe *T*, der positive in einen gut isolirten Daumen *N* mündet. (In den Figuren bedeuten die ganz schwarzen Partien die Isolation.) Während des Sinkens ist *T*, zufolge des Eigengewichtes von *B*, konstant von *N* entfernt. Wenn jedoch *B* auf das widerstehende Medium trifft, wird *N* auf *T* herabrutschen und den Strom schliessen, welcher auf dem Schiffe ein zweckentsprechendes Zeichen giebt. Wir kennen also den Zeitpunkt des Auftreffens auf den Boden mit vollkommener Genauigkeit. Unter *B* setzen wir vier oder acht horizontale Arme mit Krallen an, welche auch bei schlammigem Boden eine genügend sichere Basis für das Instrument bilden. — Die einfachste Form dieses Bathometers zeigt die Fig. 2, wo *A* und *B* selbst die Pole bilden. — Beide Bathometer sind ganz frei und dem Wasser zugänglich.

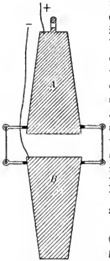


Fig. 2.

Ich habe ferner noch ein anderes Bathometer konstruirt (Fig. 3), welches nicht nur wasser-, sondern auch luftdicht gemacht werden kann. Im Gefässe *A* ist ein Elektromagnet *M*, in welchen der positive Strom eingeführt wird. An einer fein ausgeführten Feder *F* ist ein Eisenstück *K* als Anker befestigt, und eine kleine Metallplatte *p*, in welche, durch *F*, der negative Strom geleitet wird, ist an *F* an-

hängt. Der positive Strom geht nach Umkreisung des Elektromagneten M in eine zweite Platte p_1, welche unter p, vom Boden isolirt, befestigt ist. — Trifft nun das sehr schwere Instrument auf den Boden, so fällt der Anker K auf den Elektromagneten M; gleichzeitig schlägt p auf p_1 und schliesst den Kontakt. Nun kreist ein Strom, M wird magnetisch und hält K fest, zugleich erhalten wir auf dem Verdecke ein kontinuirliches Glockenzeichen oder dgl.

Die Vortheile dieser Konstruktion sind folgende:

1. Material kann nicht verloren gehen, wenn nicht etwa das Instrument selbst abreisst.

2. Die horizontalen Krallen bilden eine genügend breite Basis für das Bathometer, auch bei schlammigem Boden.

3. Die Messung kann in einigen Minuten (bei jeder beliebigen Tiefe) wiederholt werden. Nehmen wir an, dass das Gewicht B (Fig. 1 u. 2) nicht auf den Boden, sondern auf eine Felskante oder auf einen grossen Fisch gestossen wäre, so erhalten wir auf dem Verdeck ein Zeichen. Um uns zu überzeugen, dass wir thatsächlich den Boden gemessen haben, heben wir vom Schiffe aus das Bathometer und lassen es neuerdings sinken; erhalten wir auch jetzt das Signal, so können wir behaupten, die Messung sei richtig. Ebenso verfahren wir mit dem Bathometer Fig. 3. Wir erhielten ein Signal, welches zwar kontinuirlich ist, jedoch von einem schwimmenden Körper herrühren kann. Nun öffnen wir auf dem Schiffe den elektrischen Strom; hierdurch verliert M seinen Magnetismus und giebt K frei, welches denn auch zurückspringt; jetzt hebt man das Instrument um 50 bis 60 m, lässt es sinken und erfährt, ob das widerstehende Medium fest oder beweglich war.

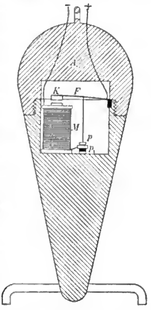


Fig. 3.

4. Die Möglichkeit einer so raschen Wiederholung der Messung gestattet uns ein neues Verfahren: die Nivellirung des Meerbodens während der Fahrt. Wie früher gezeigt wurde, kann das Bathometer zu jedesmaliger Messung aptirt werden, ohne aus dem Wasser geholt zu werden; man kann folglich während einer Fahrt das Instrument immer an der Leine (Drahtseil) hängen lassen, und in jedem Moment die Tiefe des Bodens messen. Wie gross die Ersparniss an Zeit und an Arbeit im Verhältniss zur früheren Bathometrie ist, brauche ich wohl nicht zu demonstriren. Könnte doch jeder Dampfer mit einem oder mehreren Bathometern ausgerüstet werden und, da doch die Kontrole eine sehr grosse würde, wären wir alsbald in der glücklichen Lage, eine fast ebenso genaue Topographie des Meerbodens wie des Festlandes zu besitzen![1]

[1] Den Einfluss der vom Widerstand des Wassers herrührenden Neigung des Seiles (Kabels), welche noch dazu mit der Fahrgeschwindigkeit veränderlich ist, dürfte Verf. unterschätzen. D. Red.)

5. Es ist evident, dass der Zeitpunkt des Auftreffens von den Bathometern 1, 2, 3 viel genauer angegeben wird als von dem Brooke'schen.

Ein gemeinschaftlicher Fehler aller Systeme mit Leinenaufhängung ist, dass wir nicht die vertikale Tiefe, sondern eigentlich die Länge des Taues messen. Jedoch wird jetzt nur mehr Klavierdraht verwendet, dessen Deformation durch die Strömungen im Wasser wohl ganz minimal und unbedeutend ist, zumal ein sehr schweres Gewicht daran hängt, und es lässt sich ein Instrument konstruiren, welches, an der Leine entlang hinabgelassen, die Kurve derselben automatisch zeichnet.

Ein scheinbarer Fehler der Bathometer 1 und 2 ist, dass der Strom durch das Salzwasser geschlossen werden könnte. Doch ist das bei beweglichem Instrumente fast ausgeschlossen; ferner kann vor den Signalapparat ein genügend grosser Widerstand eingeschaltet[1]) oder endlich statt des Signalapparates irgend ein Galvanometer benutzt werden.

2. Temperaturmessung.

Um die Temperatur des Meerwassers in beliebiger Tiefe messen zu können, gebrauchte man bis jetzt vorzüglich zwei Thermometer, dasjenige von Miller-Casella und das von Negretti-Zambra.

Ersteres ist ein Maximum-Minimumthermometer. Ueber dasselbe heisst es im *„Handbuch der nautischen Instrumente“*: „Die Behandlung desselben erfordert viel Sorgfalt. Vor allem muss vermieden werden, dass die Indexstifte in das Quecksilber eintauchen, ebenso dass diese Stifte nicht in die oberen Erweiterungen der Glasröhre eintreten, da es in beiden Fällen schwer, oft unmöglich wird, das Thermometer wieder gebrauchsfähig zu machen. . . . Für den Gebrauch werden die Thermometer, nachdem die Indexstifte eingestellt sind, in Kupferzylinder geschoben und diese sorgfältig verschlossen. Ein seitliches Vibriren der Leine ist in Bezug auf das Verrücken der Indexstifte besonders schädlich. . . . Da das Instrument nur das Maximum und Minimum der Temperatur angiebt, so kann die Beobachtung unter Umständen nicht die wahre Temperatur der zu untersuchenden Wasserschicht anzeigen. Es ist dies z. B. bei Messung der Bodentemperaturen der Fall, wenn dieselbe höher ist als die irgend einer Wasserschicht, welche das Instrument passirte. Ebenso kann der Fall eintreten, dass die Angabe der Temperatur in geringer Tiefe, welche höher gefunden wird als die der Luft, dadurch falsch wird, dass zwischen der Luft und der betreffenden Wasserschicht sich eine noch wärmere Schicht befindet. . . . Aus dem Vorhergehenden geht hervor, dass die Tiefenthermometer mehrfach Mängel haben, zu welchen noch hinzukommt, dass die Befestigung derselben immer etwa $^1/_4$° Spielraum hat und die Skalen selbst nicht immer fest genug mit den Rahmen verbunden sind. Genauere Angaben als auf 0,5° C lassen sich von den Instrumenten dieser Konstruktion nicht erwarten. Indessen waren diese Thermometer bis in die neueste Zeit die einzigen, mit welchen sich Reihentemperaturen aufnehmen liessen und welche in sehr grossen Tiefen einigermaassen zuverlässige Resultate ergaben“.

[1]) Die Einschaltung eines Widerstandes wäre ein ganz ungeeignetes Mittel. Es käme hier nämlich darauf an, ob der Unterschied zwischen der Stromstärke bei Kurzschluss und bei Schluss durch das Salzwasser hinreichend ist, um deutliche Signale zu erlangen. Ein anfänglicher Ballastwiderstand würde die Stromstärkendifferenz keinenfalls erhöhen. Ob letztere überhaupt ausreichend ist, darf zunächst angezweifelt werden. D. Red.

Das Thermometer von Negretti-Zambra ist ein Kippthermometer, welches die Temperatur in einer bestimmten Wasserschicht durch die Länge eines abgerissenen Quecksilberfadens angiebt. „Man lässt das Thermometer bis zur gewünschten Tiefe hinab und dreht es dann plötzlich um, so dass die Kugel jetzt oben ist; durch diese Bewegung reisst ein Theil des Quecksilberfadens ab, dessen Länge natürlich von der Temperatur abhängt. Das erste Aufwärtsholen der Leine muss schnell und ruckweise geschehen, damit man sicher ist, dass sich der Apparat wirklich umgedreht hat. Das Aufholen muss ohne Unterbrechung vor sich gehen, weil sonst durch Abtreiben des Instrumentes von der Leine eine horizontale Lage und damit Aenderung der Einstellung eintreten kann". *(Handb. der naut. Instrum.)*

Kapitän Magnaghi verbesserte dieses Thermometer, indem er eine Flügelschraube verwendete, welche beim Hinablassen ruht, jedoch beim Aufholen funktionirt; nach 70 bis 80 engl. Fuss Hebung hat die Schraube das Thermometer ganz freigelassen, worauf dasselbe umkippt. Doch auch diese Einrichtung entsprach den Forderungen nicht.

An Stelle dieser Thermometer habe ich das folgende konstruirt, welches gut funktionirte.

An einem mittelgrossen Alkoholthermometer, auf welchem 1° Celsius mindestens 5 bis 6 *mm* lang ist, wird an jedem Gradstrich ein feiner Platindraht eingeschmolzen. Über dem Alkohol schwebt ein Tropfen Quecksilber, der nicht untersinkt, wie ich es seit einem Jahre beobachte. Durch die Länge der Thermometerröhre reicht ein einziger langer Platindraht, welcher mit je einem eingeschmolzenen Draht ein Paar bildet. Steigt die Temperatur, so dehnt sich der Alkohol aus und hebt den Quecksilbertropfen, dessen Ausdehnung vernachlässigt werden kann. Folglich wird bei verschiedener Temperatur immer ein anderes Drahtpaar in Kontakt treten.[1] Auf dem Schiffe ist in einem Kästchen für je ein Drahtpaar eine Zahl angebracht, welche abfällt, wenn der entsprechende Strom geschlossen wird, so dass wir auf dem Verdeck die Temperatur der unteren Wasserschichten ablesen können, ebenfalls ohne das Thermometer heraufholen zu müssen.

Bestimmt man die Länge des Tropfens auf das $1^1/_2$fache der Gradlänge, so wirkt derselbe wie ein Nonius und man kann ohne die geringste Schwierigkeit halbe Grade ablesen. Wählt man jedoch ein Thermometer, dessen Gradlänge beträchtlich länger ist als 5 bis 6 *mm*, so kann man mit Leichtigkeit auch für die halben Grade Drähte interpoliren, und bei ähnlicher Bemessung des Quecksilbertropfens sogar Viertelgrade ablesen.

Die Länge des Thermometers hat jedoch eine Grenze, indem dasselbe, um die äussere Temperatur rasch aufnehmen zu können, nicht zu viel Alkohol enthalten darf.

Für Tiefen unter 1000 *m* genügt ein zwischen $-3°$ und $+7°$ C, für Tiefen unter 100 *m* ein für Temperaturen zwischen $+7°$ und $+20°$ C aptirtes Thermometer.

3. Messung der Strömungen.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Instrumente können ihrem Prinzipe nach auch zu meteorologischen Untersuchungen benutzt werden und zwar an solchen Orten, wo das Aufstellen einer Warte zu kostspielig oder welche sehr schwer zugänglich sind, z. B. auf hohen Berggipfeln.

[1] Hier wie überhaupt in den beschriebenen Konstruktionen dürften die mit der Zahl der Leitungen wachsenden Schwierigkeiten, sichere Verbindungen zu erhalten, unterschätzt sein. D. Red.

Der Unterschied zwischen den Wasser- und Luftströmungen ist der, dass die letzteren viel grössere dynamische Erscheinungen zeigen wie die ersteren. Die Geschwindigkeit eines Windes kann mit derjenigen einer Meeresströmung kaum verglichen werden. Diesem Umstande muss bei der Konstruktion der Instrumente Rechnung getragen werden.

Um die Geschwindigkeit der Meeresströmung zu messen, scheint es gerathen, irgend einen hydrometrischen Apparat mit elektrischer Zählvorrichtung zu verwenden. So könnte z. B. das Amsler-Laffon'sche, das Woltmann'sche Hydrometer oder aber auch ein Schalenkreuz von Robinson in einer Weise aptirt werden, dass es unseren Zwecken entspräche. Das betreffende Instrument muss äusserst zart ausgeführt sein und eine entsprechende Einrichtung besitzen, um die Drehungszahl (in beliebiger Tiefe) auf elektrischem Wege zu melden. Eine derartige Einrichtung bietet gar keine Schwierigkeit, doch muss dieselbe vor endgiltiger Verwendung genau untersucht und probirt werden.

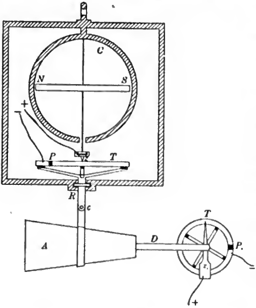


Fig. 4.

Viel schwieriger, wenn auch interessanter und verhältnissmässig einfach ist die Bestimmung der Stromrichtung in beliebiger Tiefe bezw. die Bestimmung der Richtungsänderung oder des Kurses einer Strömung. Zur Erfüllung dieser Aufgabe habe ich das nachstehende Instrument erdacht, das in Fig. 4 schematisch dargestellt ist.

Aus einem Kasten ragt eine Stange *R* hervor, welche einen hohlen Konus *A* trägt. Die Stange *R* geht durch eine Stopfbüchse in den Kasten und trägt hier auf drei Ansätzen einen Messingring *T*. Der Ring ist an einer Stelle durch ein dazwischen geschobenes Glasstück *P* in seiner Kontinuität unterbrochen; ferner ist er von den drei Trägern vollkommen isolirt. — In einem Dämpfer *C* hängt an einem Faden ein starker Magnetstab, welcher beständig *NS* weist. In der Mitte des Magnetstabes sehen wir ein kurzes Stängelchen aus Glas befestigt, mit dessen unterem Ende ein Zeiger mit gebogener Spitze verbunden ist; die Richtung dieses Zeigers ist von derjenigen der Magnetnadel um 90° entfernt, sie liegt also in der Ebene Ost-West. In diesen Zeiger *z* leiten wir z. B. den positiven, in den Ring *T*, neben dem Glasstück *P*, den negativen Strom; bei verschiedener Stellung des Zeigers wird nun ein grösseres oder kleineres Stück des Ringes, folglich ein grösserer oder kleinerer Widerstand in den elektrischen Strom eingeschaltet sein. Der Widerstand kann mit einem Galvanometer gemessen werden, welches auf dem Verdeck aufgestellt ist und dessen nähere Einrichtung wir später beschreiben werden.

Sehen wir nun, wie das Instrument funktionirt. Der Konus A stellt sich in die Richtung des Stromes, dreht folglich die Stange R und somit auch den Ring T aus ihrer ursprünglichen Lage in eine solche, welche der Stromrichtung entspricht; die Richtung des Magnetstabes, folglich des mit ihm verbundenen Zeigers z ist konstant. Hat nun z früher in der Entfernung t von P gestanden, so wird er jetzt in einer anderen Distanz τ stehen und den elektrischen Strom schliessen; dadurch wird aber ein der Entfernung $(\tau - t)$ proportionaler Widerstand eingeschaltet, worauf der Zeiger des Galvanometers auf dem Schiffe einen entsprechenden Ausschlag geben wird. Man kann also, wenn man die erste Stellung des Ringes T kannte, aus der Veränderung des Widerstandes mit vollkommener Sicherheit auf die Lage des Konus oder der Strömung schliessen. Nun ist es aber augenscheinlich mindestens sehr langwierig, jeden Augenblick das Galvanometer abzulesen und die nöthigen Transformationen und Rechnungen auszuführen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes schlage ich vor, statt eines gewöhnlichen Limbus mit Gradtheilung am Galvanometer eine Kompassrose zu verwenden und den Widerstand empirisch derartig zu bestimmen, dass der Richtungsänderung des Zeigers z ein ganz gleicher Ausschlag auf dem Galvanometer entspreche; dadurch sind wir in der Lage, jedwede Aenderung der Stromrichtung augenblicklich sehen zu können. Stellen wir ausserdem das Galvanometer genau so auf wie das Instrument im Wasser, so werden wir nicht nur die Grösse der Richtungsänderung, sondern auch sogleich die faktische, natürliche Richtung selbst auf dem Kompass ablesen können![1])

Wir können also die Richtung einer Strömung in beliebiger Tiefe genau so bestimmen, wie man auf dem Felde eine Richtung mittels Kompasses bestimmt.

Ich will nur noch bemerken, dass man die in einer vertikalen Ebene verlaufenden Strömungen auf ganz ähnliche, doch einfachere Weise bestimmen kann, indem hier Zeiger und Magnetstab durch ein Pendel ersetzt werden, welches eine konstante Vertikale angiebt. Man braucht den Stab R nur zu brechen, ein horizontales Charnier einzusetzen, und der Konus A wird sich jetzt in jede Strömung einstellen. Eine Stange D trägt einen ähnlichen Ring T, in dessen Zentrum das Pendel z_1 hängt. Sonst ist die ganze Konstruktion aus der Figur ersichtlich und verständlich. Auf dem Schiffe steht ein zweites Galvanometer mit vertikaler Scheibe.

Will man das Instrument so einrichten, dass es automatisch registrire, so braucht man nur die Zeiger des Galvanometers zu verkürzen, und ihnen eine entsprechende Schreibvorrichtung zu geben.

Wie leicht zu verstehen, können wir jetzt mit den letzten beiden Instrumenten auch die Kurve der Leine bestimmen, indem wir an derselben von 100 zu 100 m eine Messung der Stromrichtung und Stärke vornehmen und auf je zwei Koordinaten auftragen; dadurch erhalten wir die Kurve auf graphischem Wege. Doch denke ich, dass dies nur bei Präzisions- oder Kontrolmessungen nöthig wäre, da doch der Draht, in Folge der kleinen Oberfläche, wahrscheinlich nur unmerklich von der Geraden abweicht.

In ziemlich einfacher Weise kann man die Einrichtungen auch derart treffen, dass die Seilkurve automatisch gezeichnet werde, doch will ich hierauf jetzt nicht eingehen.

[1]) Es ist nicht ersichtlich, wie bei einem Schleifkontakt mit geringer Reibung die beabsichtigte Wirkung erzielt werden kann und wie Verf. sich die genaue, dem im Wasser befindlichen Instrument analoge Stellung des Galvanometers auf dem Schiffe denkt. D. Red.

4. Messung der Dichte des Meerwassers.

Die Lösung dieser Anfgabe ist naturgemäss äusserst schwierig und ist mit dem von mir konstruirten Instrument auch nicht mit jener Genauigkeit auszuführen wie im Laboratorium. Doch bietet das Instrument den Vortheil, zwischen bekannten Genauigkeitsgrenzen die Dichte in jeder beliebigen Tiefe automatisch anzugeben, eventuell zu registriren, ohne dass wir dasselbe heben müssten. Ich werde nur das Prinzip dieses Instrumentes erklären, da dessen Ausführung allerhand Schwierigkeiten bietet, welche ich vorläufig nicht überwinden konnte.

Eine Anzahl kleiner Glaskugeln, deren spezifisches Gewicht zwischen 1,000 und 1,040 variirt, werden jede in ein Rohr eingesetzt, dessen oberer und unterer Boden durchbohrt ist, um das Seewasser frei zirkuliren zu lassen. Im oberen Ende jedes Rohres ist ein Polpaar in solcher Lage angebracht, dass die Pole bei einem geringen Stosse aneinander rücken und den elektrischen Strom schliessen. Sämmtliche Rohre sind an einem gemeinschaftlichen Rahmen befestigt, der versenkt werden kann.

Denken wir nun, der Rahmen wäre in einer Wasserschicht angelangt, deren Dichte 1,020 beträgt, so würden alle jene Kugeln, deren spezifisches Gewicht kleiner ist als 1,020, in ihren Rohren emporsteigen, während die schwereren am Boden liegen blieben. Die Lage der Kugel 1,020 ist labil. — Auf dem Schiffe ist eine Tafel mit entsprechenden Zahlen eingerichtet; auf dieser sind also die Zahlen vor $1{,}020 + \delta$ abgefallen, während die folgenden noch sichtbar sind. Wir wissen nun, dass die Dichte der in einer Tiefe von x Metern liegenden Schicht grösser ist als $1{,}020 - \delta$, aber kleiner als $1{,}020 + \delta$, folglich annähernd 1,020 ist.

Da mittels unserer anderen Instrumente die Tiefe x, die Temperatur, eventuell auch der Druck bekannt ist, können die respektiven Korrektionen durchgeführt werden. — Die Grösse δ darf nicht beliebig klein bestimmt werden, da ein Unterschied des spezifischen Gewichtes von 0,002 durch die Bewegung des Seiles oder der Meeresströmung ausgeglichen würde. Ich denke, die Kugeln von 0,005 Unterschied zu machen. — Um den Stoss des Wassers möglichst sanft zu machen, muss dasselbe vor dem Eindringen in das Rohr durch ein Schlangenrohr laufen, in welchem einige Greiner'sche Trichter eingesetzt sind. Uebrigens will ich von diesem Instrument nicht weiter sprechen, da es, wie ich nochmals betone, viel Schwierigkeiten bietet und nur in einer Werkstatt ersten Ranges gut ausgeführt werden kann.

Zum Schlusse will ich noch zwei mehr praktische Konstruktionen beschreiben. Es wäre sehr erwünscht, aus jeder beliebigen Tiefe Wasserproben herauf zu bringen, jedoch unter denselben Druckverhältnissen wie in der Tiefe; dies wäre hauptsächlich aus dem Grunde zu wünschen, weil eventuell mitgebrachte Thiere in diesem Falle lebendig wären und so studirt werden könnten. Ferner würden die eventuell unter hohem Drucke absorbirten Gase nicht frei, und wir bekämen das Wasser im ursprünglichen Zustande.

Eine äusserst starke Stahlflasche wird durch einen eingeschliffenen Konus geschlossen; die breitere Fläche dieses letzteren ist innen; derselbe kann also nicht aus der Flasche herausgenommen werden. Der Konus wird eventuell zwischen Führungen geführt. Um den Konus im Flaschenhals zu befestigen, stecken wir einen Dorn durch die Flaschenwand und in eine Bohrung des Konus. In dieser Bohrung liegt eine kleine Sprengladung, in welche ein elektrischer

Strom geleitet wird. Wenn die Flasche in die gewünschte Tiefe gelangt ist, schliessen wir den Strom, der Dorn fährt hinaus und der Konus wird durch den äusseren Druck in der Flasche, welche mit der Mündung nach abwärts hängt, emporgetrieben. Das Wasser dringt ein und füllt die Flasche; jetzt wird der Konus in seiner Führung wieder abwärts gleiten und die Flasche schliessen. Wird nun die Flasche wieder gehoben, so presst der innere Ueberdruck den Conus mit grosser Kraft an den Flaschenhals, so dass von aussen kein Wasser eindringen, folglich sich auch nicht mit dem inneren mischen kann. Beim Auswerfen des Dornes entseht ein kleiner Wirbel, der eventuell Infusorien, Pflanzentheile u.s.w. in die Flasche hineinrafft. In dieser lassen sich zwei Fensterchen anbringen, so dass wir in der Lage sind, das Leben unter beliebig hohem Drucke zu studiren.

Das zweite Instrument ist ein Tiefenbohrapparat, der durch Elektrizität betrieben wird. Der Kronenbohrer wird mit einem „Bock" aus Eisen versenkt, wodurch dessen feste Lage gesichert wird. Der Bohrer wird durch Kammräder betrieben, welche vom Schiffe aus per Kabel und Elektromagnet in Funktion versetzt werden. Wenn der Bohrer eine gewisse Bohrtiefe erreicht hat, wird der Bohrkern automatisch abgebrochen, und das ganze Gerüst mit Bohrer und Kern gehoben. Dies wäre für den Geologen ausserordentlich wichtig.

Indem ich mir vorbehalte, die vorstehend skizzirten Konstruktionen genauer zu beschreiben, bemerke ich noch, dass ich gerne bereit bin, mit Verfertigern nautischer Instrumente in direkte Verbindung zu treten.[1])

Eine neue Lidklemme.

Von

Dr. **Anton Elschnig**, Assistent a. d. Universitäts-Augenklinik des Prof. Schnabel in Graz.

Neben den hohen Vortheilen, welche den Snellen'schen Blepharospathen auszeichnen, und seine Anwendung bei den verschiedensten Lidoperationen wünschenswerth machen, besitzt derselbe einige Nachtheile, welche seine Anwendbarkeit in vielen Fällen so herabsetzen, dass man desselben entrathen und sich mit der Jäger'schen Lidplatte begnügen muss; ich versuchte deshalb durch einige Aenderungen diese Uebelstände zu verringern, und die so veränderte Lidklemme scheint mir in der Ausführung unseres klinischen Instrumentenfabrikanten, Herrn A. Brož in Graz, gegenüber dem ursprünglichen Modelle einige so wesentliche Vortheile zu besitzen, dass ich dieselbe, nachdem sie nun schon seit fast zwei Jahren auf der Klinik in Gebrauch steht, und sich sehr gut bewährt hat, der Oeffentlichkeit übergeben will.

Ohne mich auf eine lange Beschreibung des Instrumentes einlassen zu wollen, das viel besser aus der umstehenden Abbildung, einwandsfrei aber natürlich erst aus der Anwendung beurtheilt werden kann, will ich nur kurz hervorheben, wodurch sich dasselbe von dem Snellen'schen Modelle in Form und Anwendung unterscheidet.

Die Lidplatte, welche ebenso wie alle anderen Theile aus Stahl gefertigt

---

[1]) Die vorstehenden Vorschläge sind in manchen Punkten nicht einwandsfrei und Verf. berücksichtigt die Verhältnisse an Bord eines Schiffes nicht genügend. Wenn die Redaktion trotzdem den Mittheilungen des Verf. die Aufnahme nicht hat versagen wollen, so geschah dies deshalb, weil dieselben mancherlei Anregungen und Winke geben und daher für die Verfertiger von Tiefseeinstrumenten von Nutzen sein können.

und vernickelt ist, besitzt eine der Bulbusoberfläche annähernd entsprechende kugelschalenförmige Krümmung, und ist nicht rechteckig, sondern im Vergleiche mit der Snellen'schen Platte an ihrer freien Schmalseite um einen verjüngten rechteckigen Ansatz, der etwa die halbe Breite der Platte besitzt, verlängert; die Klemmfeder ist dementsprechend auch an ihrem freien Ende verkürzt, der federnde Stiel endlich gegen die Langseite der Platte unter einem sehr wenig spitzen, etwa 80° betragenden Winkel angesetzt und etwa um die Hälfte länger als der Stiel des älteren Instrumentes; die Klemme wird durch eine flügelförmige Schraube geschlossen, die bei geringstem Kraftaufwande einen hinlänglich festen Schluss ermöglicht. Eine grundlegende Aenderung ist die, dass die Klemme von der Nasenseite her angelegt wird, also dass die für das rechte obere Lid bestimmte Klemme ähnlich geformt ist wie die Snellen'sche Klemme, die für das linke obere Lid verwendet wird und umgekehrt. Die Anwendung ist demnach, wenn ich die Anlegung an das rechte obere Lid annehme, die folgende:

Das flügelförmige Ende der Platte wird von der Nasenseite her unter das obere Lid in den lateralen Blindsack des oberen Fornix eingeschoben, in welchem



es, wenn die Platte soweit als möglich unter das obere Lid geschoben ist, verschwindet, so dass nur noch ein Stück des breiten Haupttheiles der Platte in der Lidspalte sichtbar bleibt. Wird die Klemmfeder dann, nachdem die Stellung der Platte die gewünschte ist, geschlossen, so liegt der Stiel der Klemme an der Nase, ohne im geringsten den Operateur zu behindern, ohne einer weiteren Fixation zu bedürfen; das Lid ist in seiner ganzen Ausdehnung, vorzüglich auch in seiner lateralen Extremität, die bei Anwendung des alten Modelles von der Feder gedeckt ist, dem operativen Eingriffe frei zugänglich, der Knorpel ist in Folge der Krümmung der Platte gut vorgedrängt, ohne dass das Lid (aus dem gleichen Grunde) eine wesentliche Zerrung erfahren würde. In analoger Weise wird auch am unteren Lide die Platte angelegt, hier liegt dann der Stiel über dem inneren oberen Orbitalrande.

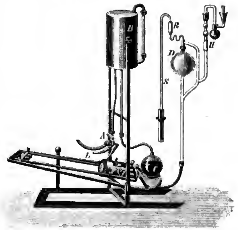
Da die Lidklemme gerade bei Entropium nach follikulärer Bindehautentzündung, wo der Bindehautsack in allen Dimensionen erheblich verkleinert sein kann, am häufigsten angewendet werden muss, wurde eine zweite etwas kürzere Platte beigegeben, die mittels zweier Schrauben leicht vor der Operation, nachdem die im gegebenen Falle passende Platte gewählt ist, eingesetzt werden kann. Man könnte erwarten, dass die künstliche Anaemie, der eine Hauptzweck der Anwendung der Lidklemme, bei dieser Form, besonders wenn die kleinere Platte in Gebrauch gezogen wird, keine vollständige ist, da das Lid an seinem lateralen Ende nicht ganz umschlossen, sondern von der kurzen Klemmfeder nur zum Theil fixirt und angespannt wird; die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass dem nicht so ist; nur in seltenen Fällen erfolgt eine parenchymatöse Blutung aus dem lateralen Wundwinkel, wenn die Wunde die ganze Länge des Lides betrifft, und diese lässt sich durch ein leichtes Andrücken der Haut an den lateralen Orbitalrand müheles beherrschen.

Referate.

Quecksilberluftpumpe mit selbthätigem Betrieb durch Wasserdruck.

Von M. Stuhl. *Chem. Ber.* **24.** *S. 147. (1891.)*

Die von Herrn Dr. A. Raps konstruirte und vom Verf. angefertigte Vorrichtung zum selbthätigen Betrieb der Quecksilberluftpumpen stellt nebenstehende Figur dar. Dem Wunsche Neesens (*diese Zeitschrift 1889. S. 345*) wegen Vermeidung von Schlauchverbindungen ist allerdings nicht Rechnung getragen. Durch den Schlauch *L* und den Dreiweghahn *A* tritt Wasser aus der Wasserleitung in den Kessel *B*, drückt die darin befindliche Luft zusammen und treibt sie in den kugelförmigen Quecksilberbehälter *C*, wodurch das Quecksilber gezwungen wird, in der Luftpumpe *D* aufzusteigen. *C* ist mit dem in dem oberen Theil von *B* hineinragenden Rohr und mit *D* durch Schläuche verbunden. Wenn genug Quecksilber in die Luftpumpe getrieben worden ist, schlägt die Wippe, welche *C* trägt, um und bringt dadurch den Hahn *A* in die zweite Stellung, sodass das in *B* eingetretene Wasser durch den zweiten an *A* befestigten Schlauch austreten kann.



Das Laufgewicht *F* gleitet nunmehr auf die linke Seite und das Quecksilber tritt nach *C* zurück, bis die Wippe neuerdings umschlägt. Eine besondere Vorrichtung an *F* bewirkt, dass jedes sechste Mal die sich in *R* ansammelnde Luft durch das Rohr *S* ins Freie getrieben wird. Die Anschläge, welche die Bewegung von *F* aufhalten, sind verstellbar, so dass die Vorrichtung für verschiedene Pumpen verwendbar ist. *H* ist ein Glasventil, welches das lange Barometerrohr ersetzt. (Während vorstehendes Referat bereits gesetzt war, ging uns eine eingehende Abhandlung über den vorliegenden Gegenstand von Herrn Dr. A. Raps zu, welche wir im nächsten Hefte zum Abdruck bringen werden. D. Red.) *Wgsch.*

Apparat zur Verbreiterung von photographischen Sternspektren.

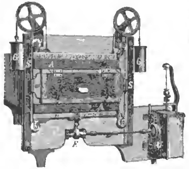
Von Dr. J. Scheiner. *Aus den Astr. Nachr.* **124.** *(1890) vom Herrn Verfasser mitgetheilt.*

Zur Vergrösserung der photographischen Aufnahmen von Sternspektren, behufs Reproduktion derselben, kann man nach einem Vorschlage von Pickering durch passende Einschaltung einer Zylinderlinse in den Vergrösserungsapparat eine künstliche Verbreiterung der Sternspektren erreichen. Nach Dr. J. Scheiner's Erfahrungen wird hierdurch thatsächlich eine bedeutende Verbesserung der Reproduktion erreicht und auch das bei einfachen Vergrösserungen sichtbar werdende und daher störende Silberkorn des Negativs verschwindet; indessen ist durch das Verfahren nur eine beschränkte Verbreiterung zu erzielen und bei etwas mattem Verfahren werden keine brauchbaren Resultate erhalten. Verf. hat deshalb einen anderen Weg eingeschlagen, der den Vortheil einer beliebig starken Verbreiterung der Sternspektren zulässt und dabei das Silberkorn möglichst unschädlich macht, sowie auch bei matten Aufnahmen gute Resultate erzielen lässt.

Ein zu diesem Zwecke nach den Angaben des Verf. von dem Mechaniker Herrn Töpfer in Potsdam in vorzüglicher Weise ausgeführter Apparat hat ganz überraschend schöne Resultate geliefert.

Das Prinzip des Apparates beruht darauf, die in einem gewöhnlichen Vergrösserungsapparate befindliche photographische Platte während der Exposition in einer zur Längsrichtung des Spektrums normalen Richtung hin- und herzuführen. Wegen der Feinheit der Spektra ist es erforderlich, diese Bewegung mit grosser Exaktheit auszuführen; ferner muss sie mit konstanter Geschwindigkeit erfolgen, weil sonst die Intensität des verbreiterten Spektrums eine ungleichmässige wird, und weiter muss der Untergrund des Spektrums zu beiden Seiten desselben absolut undurchsichtig sein, weil sonst durch das nebenherdringende Licht die Platte eine gleichmässige Schwärzung erfahren würde. Ein Matterwerden des Spektrums kann nicht eintreten, da der Effekt derselbe ist, als wenn das Spektrum in vielfacher Wiederholung untereinander aufgenommen würde. Das Silberkorn verschwindet vollständig, da jedes Körnchen in eine Linie über die ganze Breite des Spektrums ausgezogen wird. Wegen der zufälligen Vertheilung der Körnchen findet eine mehrfache Uebereinanderlagerung der entstehenden feinen Linien statt, und hieraus folgt ein gleichmässiger Untergrund.

Die Einrichtung des Apparates (vgl. nebenstehende Fig.) ist nun die folgende: Vor der Vergrösserungslinse wird das Originalnegativ auf einem verstellbaren Spalte in der Weise befestigt, dass die beiden Spaltbacken genau mit der seitlichen Begrenzung des Spektrums abschliessen, wodurch jegliches Seitenlicht abgehalten ist. Die Weite des Spaltes richtet sich natürlich nach der Breite des betreffenden Spektrums.



Die Kassette ist in einem beweglichen Rahmen A befestigt, welcher vermittels vier fein gearbeiteter Rollen r, r_1, von denen die r_1 federnd anliegen, auf zwei am Kasten des Vergrösserungsapparates befindlichen Schienen SS hin und her geführt werden kann. Die Bewegungsrichtung steht normal zur Richtung des Spaltes oder zur Längsausdehnung des Spektrums. Dieser durch Gegengewichte G nahe aushulanzirte Rahmen nebst Kassette ruht mit leisem Drucke auf einem Exzenter E, dem eine derartige Form gegeben ist, dass bei gleichmässiger Drehung ein Auf- und Niedergehen der Kassette mit gleichförmiger Geschwindigkeit erfolgt. Die Kurve des Exzenters ist durch die Gleichung bestimmt:

$$r = \rho \pm \alpha \varphi,$$

wo φ von 0 bis 180° zu nehmen ist; sie setzt sich also aus zwei symmetrisch gegeneinandergerichteten Theilen einer Spirale zusammen. Der Exzenter selbst wird durch ein Uhrwerk U getrieben, dessen gleichmässiger Gang auch bei wechselnder Belastung durch ein Federpendel, ähnlich dem von Repsold vielfach angewendeten garantirt ist. Das Uhrwerk ist so regulirt, dass ein Auf- und Niedergang der Kassette in ungefähr einer halben Minute erfolgt.

Da die Umkehrpunkte praktisch nicht genau funktionirend hergestellt werden können, wodurch eine ungleichmässige Helligkeit des Spektrums an diesen Stellen entstehen würde, so befindet sich im Innern des Apparates vor der Kassette ein Spalt, der mit auf- und abgeführt wird, und der, von etwas geringerer Breite als die ganze Bewegung, zu den Zeiten der Umkehr das Spektrum abblendet.

Die Linsenvergrösserung des Apparates ist eine fünffache, die Breite der Spektra ist zu 15 *mm* gewählt, so dass also eine Breitenvergrösserung bis zu 150 erreicht ist. Es ist klar, dass dieselbe durch Anwendung eines Exzenters von grösserem Durchmesser beliebig gesteigert werden kann. Die Expositionszeit ist entsprechend dem Verhältniss von Breiten- zu Längenvergrösserung gegenüber der Expositionszeit bei stillstehender

Platte zu vermehren; sie beträgt bei der vorliegenden Einrichtung von Apparat und Lichtquelle etwa 10 Minuten bei Anwendung sehr empfindlicher Platten.

Die durch dieses Verfahren verbreiterten Sternspektren unterscheiden sich von dem gewohnten Aussehen des Sonnenspektrums in keiner Weise, selbst bei den schwächsten, dem Spektrographen noch zugänglichen Sternen.

Apparat zur Demonstration des Schellbach'schen Ringes.

Von Prof. Karl Schellbach. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **4.** *S. 129. (1891.)*

Schellbach hat in seiner darstellenden Optik (Taf. IX, Fig. 1) ein Bild von dem Gang der Lichtstrahlen gegeben, die, von einem leuchtenden Punkt ausgesandt, durch eine bikonvexe Glaslinse hindurchgeben. Aus dieser Zeichnung ersah er, dass ein Auge, das von einer ganz bestimmten Stelle aus durch eine bikonvexe Linse einen leuchtenden Punkt beobachtet, nicht nur hinter der Linse einen leuchtenden Punkt, sondern auch vor der Linse einen leuchtenden Kreisring sieht. Diese bereits vor vielen Jahren von ihm gemachte Entdeckung hat er erst 1889 in *Poske's Zeitschrift* (**2.** *S. 291*) veröffentlicht, indem er zugleich verschiedene Verfahren angab, um diesen Ring zur Erscheinung zu bringen. (Vgl. auch *Wied. Ann.* **39.** *S. 565. 1890.*) Auf Veranlassung von Prof. Förster ist im Jahre 1890 für die Königliche Sternwarte zu Berlin ein Apparat konstruirt worden, der den beschriebenen Ring ganz bequem zur Anschauung bringt. — Innerhalb der Brennweite einer stark gekrümmten bikonvexen Glaslinse befindet sich eine kleine Argandlampe, die von einem Blechzylinder umgeben ist. Dieser hat eine mit feinem Oelpapier bedeckte Oeffnung von 1 *mm* Weite. Die hindurchgelassenen Lichtstrahlen geben durch die Linse und bilden auf der anderen Seite derselben den Lichtring. Dieser kann entweder durch ein Diopter, das aus einer kleinen Blechscheibe mit einer Oeffnung in der Mitte besteht, bequem subjektiv beobachtet oder durch einen Schirm objektiv sichtbar gemacht werden. Lampe, Linse und Diopter sind zentrirt und sitzen auf Hülsen, die sich auf einer dreikantigen Schiene verschieben lassen. Die Schiene steht durch eine Hülse mit einem dreifüssigen Stativ in Verbindung. — Schellbach hat a. a. O. auch die Lage des leuchtenden Kreisringes numerisch berechnet.

H. H.-M.

Ein Apparat zum Nachweis des Archimedischen Prinzipes.

Von Prof. Dr. O. Ehrhardt. *Südwestdeutsche Schulblätter 1890 Nr. 8; Zeitschr. f. d. chem. u. phys. Unterr.* **4.** *S. 139. (1891.)*

Der Apparat gestattet den Nachweis des Archimedischen Prinzipes für untergetauchte und für schwimmende Körper von beliebiger Gestalt nach bekannter Methode. (*Weinhold, Vorschule S. 132 u. 134; Weinhold, Demonstrationen S. 120 u. 123.*) Wesentlich neu daran ist die Verbindung des Behälters, welcher die aus dem Ausflussgefässe (*Weinhold, Demonstrationen S. 53*) verdrängte Flüssigkeit auffängt, mit einer nicht zu empfindlichen Waage. Diese hat einen 20 *cm* langen Waagebalken, dessen Mittelschneide auf einer 11 *cm* hohen Metallsäule ruht. An der Aussenschneide des einen Waagearmes hängt eine Schale an kurzem Bügel. Der andere Arm des Waagebalkens hat die Form einer halbkreisförmigen Gabel, an deren beiden Schneiden die andere Schale hängt. Diese besteht aus einem kreisförmigen Messingblech, dessen Halbmesser gleich dem Innenradius des Gabelhalbkreises ist. Ein 1 *cm* hoher Blechstreifen, der auf dieses Messingblech aufgelöthet ist, verhindert das Herabgleiten des auf dieser Schale lose stehenden Bechers von 6 *cm* Durchmesser und 4 *cm* Höhe. Diese Schale nebst Becher hält der anderen Schale das Gleichgewicht. Auf beiden Seiten der Mittelsäule sind kleine Messingsäulen auf das Grundbrett aufgeschraubt, die den Waagebalken bei einer gewissen Neigung stützen. Die nach oben gerichtete Zunge spielt auf einem kurzen Gradbogen. C. Sickler in Karlsruhe liefert den ganzen Apparat zum Preise von 30 M. *H. H.-M.*

Eine neue Form des Blattelektroskops.

Von P. Szymanski. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht. 4. S. 60. (1890.)*

Bei den gewöhnlichen Blattelektroskopen beträgt die grösste Abweichung jedes Blättchens von der Mittellinie ungefähr 60°; bei den Exner'schen und Kolbe'schen Elektroskopen ist der grösste erreichbare Ausschlag 90°. In der Nähe dieser Grenzlagen sind alle diese Apparate für kleine Aenderungen der Ladung wenig empfindlich und daher — vorausgesetzt, dass sie geaicht sind — nur für einen erheblich beschränkten Messbereich benutzbar. Um diesen Uebelstand zu verringern, hat Szymanski, angeregt durch das Henley'sche Quadrantenelektrometer, ein neues Elektroskop konstruirt, das sich bei Messversuchen (vgl. *Poske's Zeitschr. 4. S. 11*) als sehr bequem und brauchbar bewährt hat. Die Einrichtung des Apparates ist kurz folgende:

Ein mit Stellschrauben versehener metallener Dreifuss trägt das Gehäuse, das die Gestalt eines Hohlzylinders hat. Der Mantel besteht aus Metall; die Stirnflächen werden von ebenen Glasplatten gebildet. Der Zuleitungsdraht geht seitlich durch den Mantel, biegt zuerst in einem Viertelkreise nach unten und läuft dann lotbrecht nach oben bis in die Mitte des Gehäuses. An seinem Ende trägt er einen Drahtbügel, an dem mittels Papierösen ein Aluminiumblättchen aufgehängt ist. Mit Hilfe eines Drahtes, der symmetrisch zu dem Zuleitungsdrahte den Mantel durchsetzt, ist auf der dem Zuleitungsdrahte gegenüberliegenden Seite des Gehäuses in der Ebene des ersteren und des Blättchens ein Halbkreisring aus starkem Messingdraht oder 1 *cm* breiten Blechstreifen exzentrisch in Bezug auf den Drehpunkt des Blättchens befestigt, so dass er das Gehäuse im tiefsten Punkte berührt und sich nach oben hin stetig von ihm entfernt. Dieser Leiter, der mit der Erde verbunden werden muss, steigert den Ausschlag des Blättchens, spannt es aus und giebt ihm zugleich eine sichere Führung. Auf die Isolirung des Zuleitungsdrahtes ist besondere Sorgfalt verwandt worden. In dem Gehäusemantel sitzt ein Ebonitstöpsel, durch dessen Durchbohrung ein gut isolirendes Glasröhrchen führt. In dieses ist der Zuleitungsdraht eingekittet, der eine solche Gestalt hat, dass er nur am äusseren Ende das Röhrchen berührt, sonst aber in demselben frei schwebt. Die beiden den Gehäusemantel durchsetzenden isolirten Drähte sind an den Enden rechtwinklig umgebogen, damit man an denselben nicht nur Kugeln, sondern auch Kondensatorplatten befestigen kann.

Die Grenzlage des Blättchens liegt bei 180°. Der Messbereich dieses Elektroskops ist recht weit, da die Skale bis 150° und darüber geaicht und benutzt worden kann.

H. H.-M.

Leibnitz und das Aneroidbarometer.

Von G. Hellmann. *Meteorol. Zeitschr. 8. S. 158. (1891.)*

Eine interessante historische Notiz zur Geschichte des Barometers, welche er in dem Briefwechsel zwischen Leibnitz und Joh. Bernoulli dem Aelteren (*Virorum Celeberr. Got. Gul. Leibnitzi et Joh. Bernoullii Commercium Philosophicum et Mathematicum, Lausannae et Genevae 1745. 4°*) gefunden hat, theilt an obiger Stelle Herr Hellmann mit.

„Bernoulli beschäftigte sich zu Anfang des 18. Jahrhunderts sehr eingehend mit dem Phosphoresziren des Quecksilbers im Barometer und mit der Konstruktion eines neuen Instrumentes, welches die Luftdruckschwankungen in wesentlich vergrösserter Skale angeben sollte, sodann auch mit der Idee eines neuen Reisebarometers.

„Leibnitz verfolgte die darauf bezüglichen brieflichen Mittheilungen Bernoulli's mit Interesse und schreibt ihm u. A. in einem aus Hannover vom 3. Februar 1702 datirten Briefe (*Commercium II, S. 70*) Folgendes (was wir in deutscher Uebersetzung wiedergeben): *„Ihre Barometerkonstruktion ist geistvoll und recht praktisch. Ich habe auch manchmal an ein tragbares Barometer gedacht, das in einen Behälter von der Form einer Uhr eingeschlossen werden könnte; an die Stelle des Quecksilbers soll bei demselben ein Behälter treten, welchen der Luftdruck zu komprimiren strebt; dem Drucke desselben wirkt eine elastische Feder aus Stahl entgegen."*

„Aus dieser Stelle geht deutlich hervor, dass **Leibnitz** schon vor dem 18. Jahrhundert die Idee des Aneroidbarometers gehabt hat, welches erst im Jahre 1847 von **Vidi** wirklich konstruirt wurde.

„Aber auch über die praktische Ausführung seiner Idee hat **Leibnitz** ernstlich nachgedacht. Zunächst denkt er (*Brief vom 20. April 1702. C. II. S. 71*) als Behälter an eine luftleer gemachte Blase oder an Leder oder an die Haut von Seethieren, gesteht sich aber ein, dass diese nicht luftdicht sein würden; später, nachdem **Bernoulli** darauf hingewiesen, dass alle diese Substanzen zu hygroskopisch seien, und einen anderen, ziemlich komplizirten Vorschlag gemacht hatte, schreibt er: *„Ich möchte einen Metallbehälter verwenden, in welchem Faltungen von federnden Lamellen gestützt würden; so würde das vermieden, was Sie fürchten.“*

„Der grosse Gelehrte war somit auf der richtigen Fährte; wie schade, dass er sie nicht weiter verfolgt hat! Wahrscheinlich fehlte **Leibnitz** ein tüchtiger Mechaniker, der die Idee hätte zur Ausführung bringen können; wenigstens beklagt er sich bei einer ähnlichen Gelegenheit (Verbesserung der Uhren nach seinen Vorschlägen), dass die *artifices* von ihrer gewohnten Routine nicht abliessen und bei neuen Versuchen so schlecht zu gebrauchen seien.“

Ein Apparat für die Demonstration des Flüssigkeitsdruckes.

Von P. **Heitchen**. *Zeitschr. f. d. chem. u. phys. Unterr. 4. S. 141. (1891.)*

Ein Messingrohr, auf dem ein hölzernes Tischchen befestigt ist, steckt in einem starkwandigen Glasrohr, das unten mit einem Korke verschlossen ist. Ein zweites vertikal aufgestelltes Glasrohr, in welches das erste gut eingeschliffen ist, wird mittels eines kurzen Stückes Gummischlauch in einem Messingrohr mit seitlichem Schlauchansatz befestigt. Dieser ist durch einen langen Gummischlauch mit einem Glastrichter verbunden. Wird der Apparat mit Wasser angefüllt und der Trichter gehoben, so kann man die Höhe der Wasserdrucksäule mit einem Vertikalmaassstabe messen und den auf den Kolben ausgeübten Wasserdruck, der das Tischchen bis zu einer bestimmten Marke emporhebt, durch aufgelegte Gewichtstücke bestimmen. Mit dem Apparat lässt sich nicht nur die Proportionalität des Druckes mit der Höhe der Drucksäule, sondern auch durch Einschaltung anderer Gefässe die Unabhängigkeit des Druckes von der Flüssigkeitsmenge nachweissn. Der Apparat ist auch zur Demonstration des atmosphärischen Druckes und der Elastizität der Luft verwerthbar. Da **Heitchen** den Apparat mit ganz einfachen Hilfsmitteln selbst angefertigt hat, so ist seine Konstruktion noch mit unwesentlichen Komplikationen behaftet. Ein Mechaniker von Fach jedoch wird daraus leicht einen einfachen, handlichen und recht instruktiven Demonstrationsapparat machen können. *H. H.-M.*

Neu erschienene Bücher.

Die elektrischen Verbrauchsmesser. Von **Etienne de Fodor**. Hartleben, Wien und Leipzig. 1891.

Der Verfasser hat sich die nicht ganz leichte Aufgabe gestellt, die hauptsächlichsten elektrischen Verbrauchsmesser (über 80 an Zahl) zu beschreiben und ihre Eigenschaften unparteiisch zu beurtheilen.

Leider finden sich neben einer oft naiven und fremdländischen Ausdrucksweise auch sachliche Unrichtigkeiten. In einer kurzen Einleitung über die zur Konstruktion von elektrischen Verbrauchsmessern (Elektrizitätszählern) benutzten Wirkungen des galvanischen Stromes steht z. B. der folgende Satz: „Der Koeffizient der Selfinduktion L ist das Verhältniss des Flux der Kraft Φ, welche einen Leiter mit einer Intensität I durchfliesst. Daher: $L\Phi/I$.“

Der Verfasser theilt die Instrumente in nicht weniger als 15 Klassen, deren letzte

„Diverse“ überschriebene auch einen von ihm selbst vorgeschlagenen Verbrauchsmesser enthält. Diese Eintheilung scheint nicht immer nach wesentlichen Gesichtspunkten erfolgt zu sein.

Da das Werkchen die neuesten Apparate auf diesem Gebiete an der Hand der aus den Zeitschriften entnommenen Zeichnungen beschreibt, so dürfte es trotz seiner Mängel manchmal als Auskunftsmittel in einer für die Elektrotechnik und den Konsumenten gleich wichtigen Frage dienen können. *Lck.*

E. Trutat. Traité pratique des agrandissements photographiques. Partie I. Paris. M. 2,50.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Sitzung vom 17. April 1891. Vorsitzender: Herr Direktor Dr. Loewenherz.

Herr Bürgermeister Bohertag sprach über den Plan einer allgemeinen Ausstellung in Berlin im Jahre 1895 oder 1896.

Herr W. Haensch führte automatische Pipetten vor, welche durch Luftdruck gefüllt und dann mit einem Heber selbthätig bis zu einer bestimmten Marke wieder entleert werden. Eine Beschreibung der Pipette wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Sitzung vom 5. Mai 1891. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Mylius sprach über die Prüfung des Glases für wissenschaftliche Zwecke, insbesondere über die Untersuchung desselben in Bezug auf seine Angreifbarkeit durch Wasser, unter Vorführung eines für diese Zwecke benutzten Kolorimeters und eines neuen Destillirapparates zur Herstellung des für die Versuche nöthigen, völlig reinen Wassers. Eine ausführliche Mittheilung über den Vortrag und die genannten Apparate wird im nächsten Hefte dieser Zeitschrift erscheinen.

Herr Pensky machte eine technische Mittheilung über das Richten von Drähten und Röhren. Nachdem der Vortragende die im Kleinbetriebe und in der Grossfabrikation üblichen Methoden des Richtens von Drähten und Stäben besprochen, erläuterte er unter Vorzeigung von Mustern ein von ihm erprobtes Verfahren, auf einfache Weise dünnere Stahl- und Messingdrähte sowie Röhren auf der Drehbank schnell und genau gerade zu richten. Eine ausführlichere Mittheilung hierüber wird demnächst in dieser Zeitschrift gebracht werden.

Dritter deutscher Mechanikertag in Frankfurt a. M.

Der dritte deutsche Mechanikertag wird in diesem Jahre in der Zeit vom 3. bis 5 September (nicht, wie früher gemeldet, vom 12. bis 14. August) in Frankfurt a. M. abgehalten werden. An denselben wird sich der Elektrotechnikerkongress in der Zeit vom 7. bis 12. September anschliessen. Eine für die Zwecke beider Körperschaften bestimmte Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feinmechanik (Mechanik, Optik, Elektrotechnik) wird den ganzen Monat September hindurch stattfinden. Nähere Mittheilungen über dieselbe werden im *Vereinsblatte der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* veröffentlicht werden.

Die Tagesordnung für den Mechanikertag ist vorläufig wie folgt geplant:

Mittwoch, den 2. September, Abends: Begrüssung.

Donnerstag, den 3. September, Vormittags 9 Uhr: Vorstandssitzung. — Nachmittags 1 Uhr: Kommissionssitzungen. — 3 Uhr: Erste Plenarsitzung: 1. Bericht des Vorstandes. 2. Das Aluminium und seine Verwendung für die Feinmechanik. 3. Ein-

führung einheitlicher Schraubengewinde. 4. Einführung einheitlicher Rohrdimensionen. — 5. Beschaffung richtiger Maassstäbe. — Abends: Zusammenkunft im Zoologischen Garten.

Freitag, den 4. September, Vormittags 9 Uhr: Zweite Plenarsitzung: 6. Statutenberathung. 7. Lehrvertrag und Lehrzeugniss. — Nachmittags: Besuch der elektrotechnischen Ausstellung.

Sonnabend, den 5. September, Vormittags: Vorführung der Sonderausstellung. — Nachmittags: Dritte Plenarsitzung: 8. Gehilfenfrage. 9. Einführung einheitlicher Werkstattsordnungen. — Abends 6 Uhr: Festmahl.

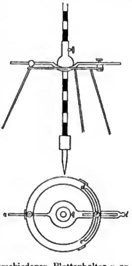
Sonntag, den 6. September: Festfahrt nach Rüdesheim.

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.[1])

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Baczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

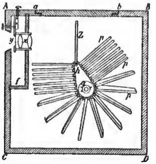
Messstabhalter. Von Kutasterfeldmesser Häusermann in Strassburg. H. 10712.[2]) Kl. 42. Angemeldet 13. Januar 1891. Einspruchsfrist vom 30. April bis 25. Juni 1891.



Beansprucht wird das Erfindungspatent auf einen Messstabhalter, bei welchem der Messstab pendelnd von einem Kugelgelenk getragen wird, welches einen drehbaren Arm besitzt, der in einer auf dem Gestell angebrachten drehbaren Nuss verschiebbar und an dieser drehbar ist.

Der Messstabhalter findet Anwendung, wenn der Messstab nicht in den Boden gesteckt werden kann, z. B. bei Grenzsteinen, asphaltirten oder gepflasterten Strassen. Der Messstabhalter kann in den Richtungen *ab* und *cd* bewegt werden, wodurch der Messstab auf den gewünschten Punkt eingestellt werden kann. Durch die Schraube *e* wird der Halter und mit ihm der Stab festgestellt.

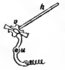
Photographische Kamera. Von Dr. S. Th. Stein in Frankfurt a. M., Kaiserstr. 25. St. 2813. Kl. 57. Angem. 13. Februar 1891. Einspruchsfrist vom 30. April bis 25. Juni 1891.



Patentanspruch: Eine photographische Wechselkammer, bei welcher die verschiedenen Plattenhalter *p* an ihrer unteren Kante durch Scharniere mit einander verbunden sind, auf diese Weise eine endlose Kette bildend, welche derart über Führungen fortbewegt werden kann, dass die einzelnen Platten nach einander in den Fokus zu stehen kommen und dort in sicherer Stellung gehalten werden, bis durch Weiterdrehen der Kette gewechselt wird.

Die Kassetten sind durch Scharniere mit einander verbunden und zu einer Kette ohne Ende vereinigt. Dieselbe wird über zwei Führungen *g* und *h* geführt, welch' letztere vierkantig ist, so dass eine Kassette stets senkrecht vor dem Objektiv *x* mit dem Momentverschluss *y* steht. Die Axe *h* durchsetzt mit einem Vierertrieb die eine Wand

[1]) Wir werden von jetzt ab Auszüge aus den beim Kaiserlichen Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen bringen, in der Absicht, dadurch unsere Leser eintretenden Falles in den Stand zu setzen, die gesetzliche Einspruchsfrist wahrnehmen zu können. — [2]) Aktenzeichen, unter welchem etwaige Einsprüche anzumelden sind. D. Red.

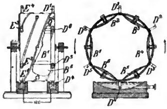


des Kastens $ABCD$. In diesen Viertertrieb schnappt bei jeder Vierteldrehung von h ein Sperrkegel ein, durch dessen Kraft die Axe h und die auf derselben fest ruhende Kassette Z festgehalten wird. — Die Kassetten passen genau in den Kasten $ABCD$, so dass ein übergreifender Lichtstrahl über die gerade zur Aufnahme stehende Kassette Z nicht möglich ist. — Die Kassetten werden entleert und mit neuen Platten versehen, indem jede vor die Oeffnung ab gebracht wird.

B. Ertheilte Patente.

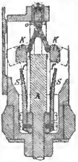
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Elektrolytischer Elektrizitätszähler mit rotirendem Flüssigkeitsbehälter. Von P. Geissler in Berlin. Nr. 55016 vom 30. Mai 1890. Kl. 21.



Bei diesem Elektrizitätszähler soll die Zählung durch die Drehung eines Behälters bewirkt werden, in welchem Elektroden B durch Elektrolyse Gewichtsunterschiede erhalten. Die Elektroden sind so mit einander verbunden, dass bei der Drehung des Gefässes jede derselben durch die als Stromschliesser dienenden Stifte D und E, abwechselnd mit beiden stromzuführenden Quecksilbernäpfen verbunden wird. Jede Elektrode wird also einmal Kathode, das andere Mal Anode.

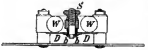
Schwungpendel für Geschwindigkeitsmesser mit gleichmässiger Eintheilung. Von Th. Horn in Leipzig. Nr. 54351 vom 31. Mai 1890. Kl. 42.



Die Schwungmassen K sitzen an den Enden zweier parallel zur Drehaxe A liegenden Federn f, die mit ihren anderen Enden an dieser Axe befestigt sind und sich bei ihrer Biegung gegen zwei mit der Axe fest verbundene Schienen S legen, welche so gekrümmt sind, dass der durch die Schienen unterstützte Theil der Federn mit zunehmender Drehgeschwindigkeit derart wächst, dass der Ausschlag des Zeigers ungefähr in demselben Verhältniss wie die Geschwindigkeit zunimmt. Der Antrieb des Zeigerwerkes erfolgt von dem Kolben o aus.

Brems- und Dämpfervorrichtung für Mikrophone. Von der Aktien-Gesellschaft Mix & Genest in Berlin. Nr. 54738 vom 24. Mai 1890. Kl. 21.

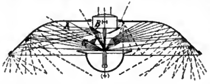
Eine Schicht Rosshaare oder Borsten D wird zwischen zwei gewölbten Blechstreifen bb eingeklemmt und durch Anziehen der Schraubenmutter S



gegen die Kohlenwalzen W gedrückt. Durch die Wölbung der Blechstreifen erhalten die Haare oder Borsten eine Biegung in ihrer Druckrichtung, so dass nach Durchbiegung ihrer Enden beim Anpressen gegen die Kohlenwalzen ein senkrecht zu den Lagern gerichteter Druck sich ergiebt.

Reflektor für elektrisches Bogenlicht. Von K. Hrabowski in Berlin. Nr. 54724 vom 7. Mai 1890. Kl. 4.

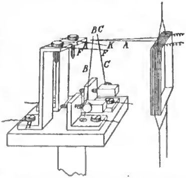
Dieser Reflektor besteht aus einem Hauptreflektor A, einem ringförmigen Glaskörper G mit keilförmigem Querschnitt und einem zweiten Reflektor B. Die Theile sind so zu einander angeordnet, dass ein Theil der Lichtstrahlen durch den Glaskörper G und Reflektor B vom



geraden Wege abgelenkt und auf Flächen des Reflektors A geworfen wird, auf welche diese Strahlen beim Fehlen des Glaskörpers und des Reflektors B nicht fallen würden.

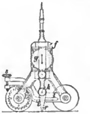
Unter Fortlassung des Reflektors B können auch zwei oder mehrere derartige ringförmige Glaskörper G zur Anwendung kommen, welche von einem Theile der Lichtstrahlen nach einander oder auch neben einander durchdrungen werden und die Strahlen in derselben Weise ablenken, wie es bei der in der Figur dargestellten Einrichtung durch den Reflektor B geschieht.

Relais für elektrische Ströme. Von H. Luhliner in Berlin. Nr. 54243 vom 7. Dezember 1889. Kl. 21. (Zusatz zu Nr. 50319 vom 23. Mai 1889.)



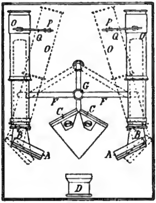
Die im Hauptpatent zur Trennung bezw. Lockerung des Kontaktes zwischen den im Ortsstromkreis liegenden Elektroden benutzte Magnetnadel ist hier durch eine in den Fernstromkreis eingeschaltete und in einem magnetischen Felde bewegliche Spule ersetzt, deren Zeiger A je nach der Richtung des Stromes gegen die eine oder die andere der beiden elastischen Elektroden BC trifft und deren Kontakt mit den weniger elastischen Elektroden F bezw. K unterbricht oder lockert.

Stangenzirkel. Von C. Steinbrenner in Hamburg. Nr. 54415 vom 8. Mai 1890. Kl. 42.



Behufs Erleichterung der Handhabung von Stangenzirkeln wird der mit der Ziehfeder ausgerüstete Kopf mit zwei Füssen versehen, die dem Zirkel in der Gebrauchslage selbständigen Stand verleihen. Um punktirte Kreise ziehen zu können, sind in der beschriebenen Ausführungsform die Füsse am Kopftheil mit zwei Rollen ausgestattet, und ist an einer dieser Rollen ein Zahnrad befestigt, welches beim Umdrehen eine an der Axe des anderen Rades befestigte, in seine Zähne klinkenartig eingreifende Feder i zwingt, die Reissfeder r zeitweise zu heben, wobei die Feder i an der Verlängerung der Reissfederschraube k angreift. Die Strichlänge wird mittels der Schraube s bestimmt.

Entfernungsmesser. Von R. C. Romanel in Ponders End, County of Middlesex, England. Nr. 54502 vom 12. November 1889. Kl. 42.



Zwei mittels des Knopfes G und der Gelenkstücke F bewegbare, an den um B drehbaren Fernrohren angebrachte Spiegel A werfen das Bild des Gegenstandes, dessen Entfernung gemessen werden soll, in zwei feststehende Spiegel C. Durch das Okular D gesehen, müssen die beiden Bilder an einer bestimmten Stelle in diesem Spiegel erscheinen. Die Entfernung wird dann durch die Stellung des Knopfes G oder durch einen von letzterem bewegten Zeiger angegeben. Die wegen der veränderlichen Gegenstandsweite nöthige Veränderung des Abstandes zwischen Objektiv und Okular der Fernrohre erfolgt dadurch selbthätig, dass auf jedem Objektivrohr O ein Gleitklotz P angebracht ist, welcher auf einem in der Grundplatte befestigten unbeweglichen Stabe Q gleitet und hierbei die Verschiebung jenes Rohres bewirkt.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung der im Phonographen zum Einzeichnen der Schallwellen dienenden Zylinder. Von Edison United Phonograph Co. in Orange, New-Jersey, V. St. A. Nr. 54391 vom 28. Mai 1890. Kl. 42.

Die Vorrichtung besteht aus einem in einem Gestell gelagerten drehbaren Trog mit Doppelwänden. Der Hohlraum bildet ein von aussen durch Gas heizbares Wasserbad, der innere Trog dient zur Aufnahme der Wachsmasse. Die mit Wachsmasse zu überziehende zylindrische Rolle wird durch eine Hülse in Umlauf versetzt, und soll gleichzeitig durch die Einwirkung zweier schräg gestellten Rollen axial verschoben werden, während die von einer weiteren Rolle aus dem Troge gehobene Wachsmasse wie ein fortlaufendes Band sich glatt auf den Zylinder aufwickelt.

Gelenk für Brillengestelle. Von B. J. Price in Denver, Colorado, V. St. A. Nr. 55014 vom 23. April 1890. Kl. 42.



Ein zylindrischer Ansatz *a* der Fassung bildet den Drehzapfen für den Bügel *B*. Der Bolzen *o*, welcher die einander in einer Ziekzacklinie berührenden Fassungstheile *b* und *c* zusammenhält, dient, indem er durch einen Schlitz *q* des Bügels hindurchtritt, dem letzteren als Hubbegrenzung.

Für die Werkstatt.

Neuer Drehbankmitnehmer. Nach *The Iron Age* **1.** *1891* aus *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt* **23.** *S. 192. (1891.)*

Die gewöhnlichen geschlossenen Mitnehmer mit einer Schraube haben den Nachtheil, dass sie nicht auf das Werkstück gesetzt werden können, wenn dieses bereits zwischen den Spitzen der Drehbank sich befindet, dass das Aufbringen und Befestigen derselben an verschieden grossen Werkstücken unbequem und wegen der erforderlichen erheblichen Verstellung der Klemmschraube zeitraubend ist und dass endlich diese Drehherze unbequem gross sein müssen, wenn sie sich auf einen Halstheil eines Drehstückes anbringen lassen sollen, welches zwischen zwei stärkeren Bunden liegt. Der nebenstehend abgebildete Mitnehmer (Fig. 1) vermeidet diese Uebelstände.

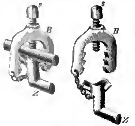


Fig. 1.

Er besteht aus dem unten offenen Bügel *B*, welcher die Spannschraube *s* aufnimmt und an den inneren Flächen eine grobe Zahnung trägt, in welche zwei passende Ansätze des den Mitnehmerzapfen tragenden Einsatzes *Z* an beliebiger Stelle eingeschoben werden können. Diese Theilung des Werkzeuges ermöglicht seine Anbringung auf Werkstücken, welche bereits auf der Drehbank ausgerichtet oder sonst bis zur eigentlichen Dreharbeit vorbereitet sind. Die Verstellbarkeit der Theile ermöglicht die Befestigung des Werkzeuges auf dem Werkstück in kurzer Zeit, da die Schraube höchstens um eine Zahnlänge verstellt zu werden braucht. Auch lässt sich dieses Werkzeug leicht auf zwischen Bunden liegenden Theilen anbringen.

Referent möchte zu dem Vorstehenden noch Folgendes hinzufügen: Die Uebelstände der üblichen Drehherze treten besonders bei feineren Arbeiten und leichten Arbeitsstücken störend hervor. Dabei ist die häufig das Gewicht des Drehstückes um ein Vielfaches übersteigende, exzentrisch rotirende Masse nachtheilig oder störend. Da man schwache Drehstücke mit Rücksicht auf Durchbiegungen nicht zu fest zwischen den Spitzen gehen lassen darf, so tritt bei jeder Geschwindigkeitsänderung der Drehbank ein Voreilen oder Zurückbleiben des umlaufenden Drehherzes und dabei ein Stossen zwischen Mitnehmerzapfen und Drehherzarm ein. Auch wo der letztere mit einer Gabelung den Mitnehmer umfasst, bleibt dieser Uebelstand meist bestehen. Ref. hat eine andere Mitnehmerform für grosse und namentlich für kleine Arbeitsstücke recht brauchbar befunden, die in der nebenstehenden Fig. 2 dargestellt ist. Zwei in der Mitte etwas gekröpfte und winklig ausgearbeitete starke Lamellen *LL* werden durch zwei Schrauben *rr* einander genähert, bis das Werkstück von ihnen festgeklemmt ist. Indem man die eine Schraube stärker anzieht als die andere, kann man den Zwischenraum zwischen den freistehenden Enden so bemessen, dass der Mitnehmerzapfen ohne Spiel darin passt, was namentlich beim Schneiden von Gewinden zwischen Spitzen erforderlich ist, in welchem Falle oft Mitnehmer und Herzarm mit Draht aneinder gebunden werden. Bei dieser Mitnehmerklemme fällt jede schädliche Seitenkraft fort, da das Material symmetrisch zur Axe vertheilt ist.

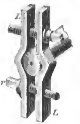


Fig. 2.

R. Pensky.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XI. Jahrgang. **Juli 1891.** Siebentes Heft.

Vergleichende Untersuchung technischer Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom.

Von

Dr. K. Kahle in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei der grossen Bedeutung und umfangreichen Verwendung der technischen Strom- und Spannungsmesser in allen Zweigen der Elektrotechnik ist die amtliche Beglaubigung dieser Messgeräthe im Interesse der Zuverlässigkeit ihrer Angaben ein allseitig gefühltes Bedürfniss geworden. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat daher seiner Zeit in Uebereinstimmung mit den maassgebendsten Fachmännern Bestimmungen ausgearbeitet, nach denen diese Beglaubigung erfolgen soll. Von den zur Prüfung eingesandten Messgeräthen konnten jedoch bisher nur wenige zur Beglaubigung zugelassen werden. Um über die Gründe dieser mangelhaften Leistungen Klarheit zu schaffen und um beurtheilen zu können, ob vielleicht zu hohe Anforderungen an die genannten Messgeräthe gestellt werden, ersuchte die Reichsanstalt eine Reihe deutscher Werkstätten um Einsendung einiger von denselben verfertigten Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom und unterzog sie einer vergleichenden Untersuchung. Man beabsichtigte hierbei hauptsächlich, die Abweichungen der Angaben der Messgeräthe von den unter Zugrundelegung der diesseitigen Normale gemessenen Werthen der Stromstärke bezw. Spannung festzustellen und dabei besonders den Einfluss der magnetischen Remanenz und der mechanischen Reibung (bei den Spannungsmessern auch denjenigen der Temperatur) zu bestimmen. Einige Untersuchungen von untergeordneter Bedeutung wurden auch über den Energieverbrauch und die bei der Zeigereinstellung wirkende Direktionskraft angestellt, da auch diese Grössen für die Beurtheilung der Güte der Messgeräthe maassgebend sind.

Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse dieser Untersuchungen mitgetheilt und zunächst die Art und Weise, in der die erforderlichen Messungen geschahen, beschrieben werden.

Um die Angaben der Messgeräthe auf ihre Richtigkeit zu prüfen, wurden die den verschiedenen Zeigereinstellungen entsprechenden Stromstärken und Spannungen sowohl bei steigender, als bei fallender Magnetisirung der Eisentheile im Messgeräth nach dem Kompensationsverfahren bestimmt. Nähere Angaben über dieses Verfahren und die dabei verwandten Apparate sind aus einer früheren Mittheilung[1]) der Reichsanstalt in *dieser Zeitschrift* zu ersehen. Die elektromotorische Kraft des bei diesen Messungen benutzten Clark'schen Normalelementes wurde zu

[1]) K. Feussner, Ein Kompensationsapparat für Spannungsmessung. *Diese Zeitschr.* **10.** *S. 113 u. f.* (*1890.*)

1,437 *Volt* bei 15° bestimmt; als relative Abnahme der elektromotorischen Kraft dieses Elementes für eine Zunahme der Temperatur um 1° ergab sich, bezogen auf 1 *Volt*, 0,0008. Die benutzten Widerstände waren an die diesseitigen Widerstandsnormale angeschlossen. Auf den Skalen der Messgeräthe, die in allen Fällen Kreisbogen waren, wurde hier zum Zwecke der Messungen eine Millimetertheilung angebracht, nach welcher die Einstellungen des Zeigers abgelesen wurden. Die Prüfung der Spannungsmesser, die sämmtlich für dauernde Einschaltung bestimmt waren, wurde erst dann vorgenommen, nachdem sie etwa zwei Stunden lang mit der höchsten zu messenden Spannung eingeschaltet waren.

Zur Trennung der auf magnetische Remanenz und mechanische Reibung zurückzuführenden Fehler erfolgte die Ablesung der Zeigereinstellung einmal, nachdem das Messgeräth durch Klopfen erschüttert war, und zum anderen, nachdem der Zeiger ganz allmälig je nach der Prüfung bei steigender oder fallender Magnetisirung, von niedriger oder höher gelegenen Punkten an den Ort seiner Einstellung geführt war. Die Ergebnisse dieser Prüfungen wurden für sämmtliche Messgeräthe graphisch dargestellt, indem die gemessenen Stromstärken bezw. Spannungen als Abszissen und die entsprechenden Zeigereinstellungen, abgelesen auf der Millimetertheilung, als Ordinaten aufgetragen sind. Fig. 1 stellt als Beispiel die auf diese Weise für den Spannungsmesser 5 erhaltene Kurventafel in verkleinertem Maassstabe dar. Die Untersuchung eines Messgeräthes ergab im Allgemeinen vier Kurven, die in Fig. 1 durch die ausgezogenen Linien dargestellt sind. Die beiden mittleren Kurven entsprechen der Prüfung bei mechanischer Erschütterung des Messgeräthes, die beiden äusseren der Prüfung bei gehemmter Zeigereinstellung; die untere Kurve eines jeden dieser Paare enthält die Prüfungsergebnisse bei steigender Magnetisirung, die obere die bei fallender Magnetisirung gefundenen. Die fünfte, gestrichelt gezeichnete Linie stellt in gleicher Weise die auf dem Messgeräth in der Fabrik eingezeichnete Theilung in Ampere bezw. Volt dar.

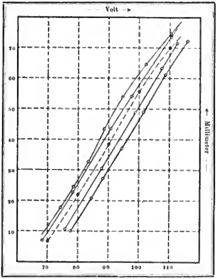


Fig. 1.

Zur Bestimmung des Einflusses der Temperatur auf die Angaben der Spannungsmesser wurden die durch Schwankungen der äusseren Temperatur bedingten und die durch dauernde Einschaltung verursachten Aenderungen getrennt untersucht. Die Grösse der ersten wurde bestimmt, indem der Widerstand zwischen den Klemmen der zu diesem Zweck in einem Thermostaten untergebrachten Messgeräthe bei verschiedenen Temperaturen gemessen wurde. In ähnlicher Weise wurde zur Feststellung der bei dauernder Einschaltung durch die erzeugte Stromwärme bedingten Beeinflussung der Angaben der Widerstand zwischen den Klemmen vor der Einschaltung und nach einer zweistündigen Einschaltung mit der höchsten zu messenden Spannung bestimmt.

Bei den Messungen, welche zur Ermittlung der bei der Zeigereinstellung wirkenden Direktionskraft ausgeführt wurden, war eine nur angenäherte Bestimmung des Werthes derselben beabsichtigt. Um sämmtliche Messgeräthe unter gleichen Verhältnissen zu prüfen, wurde die Direktionskraft bei Mittelstellung des Zeigers gemessen. Bei den Messgeräthen, deren Zeiger sich bei Mittelstellung in vertikaler Lage befand, geschah dies unter Benutzung der in Fig. 2 schematisch dargestellten Versuchsanordnung. Der Zeiger z_1 des Messgeräthes wurde mit dem Zeiger z_2 einer Waage durch einen Kokonfaden f verbunden, und das Messgeräth, während die Waage arretirt war, in solche Lage zu letzterer gebracht, dass der Zeiger z_1 die Mittelstellung einnahm und der Kokonfaden horizontal gespannt war. Darauf wurde die Arretirung der Waage gelöst und der Zeiger z_2 durch Auflegen von Gewichten auf die eine der Waagschalen wieder auf den Nullpunkt zurückgeführt. Bezeichnet man mit p die am Ende des Waagebalkens l wirkende Kraft, mit z_1 die Zeigerlänge des Messgeräthes, mit z_2 diejenige der Waage (z_1 und z_2 sind vom Drehpunkte des Zeigers bis zum Befestigungspunkte des Kokonfadens gerechnet), so ist die Direktionskraft bei Mittelstellung des Zeigers:

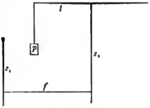


Fig. 2.

$$d = plz_1/z_2.$$

Befand sich der Zeiger des Messgeräthes bei Mittelstellung nicht in vertikaler Lage, so wurde die durch Fig. 3 dargestellte Versuchsanordnung zur Bestimmung der Direktionskraft benutzt. Der Zeiger z_1 wurde durch Anhängen von Gewichten an einen auf der Axe desselben befestigten Hebel h in die Mittelstellung geführt. Ist dann h die Länge des Hebels, α seine Neigung gegen die Horizontale H und p die an ihm wirkende Kraft, so ist die Direktionskraft für diese Zeigerstellung:

$$d = ph \cos \alpha.$$

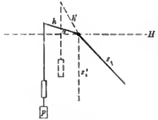


Fig. 3.

Die Ergebnisse der ganzen Untersuchung sind in den nachfolgenden beiden Tafeln zusammengestellt.

Zur Erläuterung der Tafeln ist folgendes mitzutheilen. Die Messgeräthe sind nach den Werkstätten, die sie verfertigt haben, mit laufenden Zahlen bezeichnet; waren von einer Seite mehrere Messgeräthe eingesandt, so sind den betreffenden Zahlen kleine lateinische Buchstaben angehängt worden. Die Strom- und Spannungsmesser desselben Ursprungs sind mit gleichen Zahlen bezeichnet.

Die Spalten 1 bis 5 der Tafeln sind ohne Weiteres verständlich. Spalte 6 und 7 enthalten unter einander vergleichbare Zahlen über den Einfluss der magnetischen Remanenz und der mechanischen Reibung auf die Zeigereinstellung bei den verschiedenen Messgeräthen, die auf Grund der folgenden Ueberlegung und Berechnung gefunden wurden. Der genannte Einfluss giebt sich dadurch zu erkennen, dass die Zeigereinstellung für dieselbe Stromstärke bezw. Spannung bei allmäligem Fortschreiten von niederen zu höheren Werthen hinter derjenigen zurückbleibt, die bei allmäligem Fortschreiten im umgekehrten Sinne erfolgt.

Tafel 1. — Prüfungsergebnisse für die Strommesser.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Bezeichnung der Strommesser.	Höchste zu messende Stromstärke in *Ampere*.	Länge der Skale in *mm*.	Lagerung der Axe.	Bei Mittelstellung des Zeigers an der Axe wirkende Direktionskraft in der betreffenden Einheit des C.-G.-S.-Systems gemessen.	Verbrauchte Energie bei der höchsten zu messenden Stromstärke in *Volt-Ampere*.	Mittleres Zurückbleiben der Zeigereinstellung bei steigender Magnetisirung hinter derjenigen bei fallender, gemessen als Theil der Gesammtlänge der Skale, verursacht durch remanenten Magnetismus.	Mittleres Zurückbleiben … verursacht durch Reibung in den Lagern.	Der Theilung zu Grunde gelegte Einheit der Stromstärke in *Ampere*.	Bemerkungen.
1	100	163	Stahlspitzen in Messing.	710	12,8	0,008	0,006	1,006	
2	120	100	desgl.	380	3,45	0,031	—	1,141	
3 a	28	69	Stahlzapfen in Messing.	1880	5,80	0,037	0,019	0,994	
3 b	100	131	desgl.	6400	6,77	0,031	0,037	0,968	
4 a	50	124	Stahlzapfen in Steinen.	4300	5,20	0,015	0,008	0,991	
4 b	150	125	desgl.	2950	3,17	0,012	0,021	0,994	
5	200	172	Stahlspitzen in Messing.	310	20,84	0,019	Mit den übrigen Messgeräthen nicht vergleichbar.	0,972	Das Magnetsystem wird bei jeder Ablesung durch die Spannung einer Torsionsfeder in seine ursprüngliche Lage zurückgeführt.
6 a	50	130	desgl.	73	4,80	0,018	—	1,017	
6 b	120	140	desgl.	88	6,09	0,018	—	0,997	
7 a	100	120	Stahlspitzen in Stahl.	1760	0,42	0,107	—	0,940 (1,008)	Für den Gebrauch des Messgeräthes wird vorgeschrieben, den Zeiger vor jeder Ablesung auf Null zurückzuführen, um den Einfluss des remanenten Magnetismus auf die Angaben zu beseitigen. Die eingeklammerte Zahl der Spalte 8 entspricht diesem Verfahren, während die andere jenen Einfluss mitenthält.
7 b	100	148	desgl.	630	5,08	0,016	0,010	0,983	
7 c	300	200	desgl.	Nicht bestimmt.	4,00	0,010	—	0,985	Zur Messung wird die Wirkung des Stromes auf einen permanenten Magneten benutzt.
7 d	500	120	desgl.	340	1,90	0,027	0,018	0,948	
8	100	143	Stahlspitzen in Messing.	1380	2,25	0,006	—	1,028	Zur Messung wird die Wirkung des Stromes auf einen permanenten Magneten benutzt.

Tafel 2. — Prüfungsergebnisse für die Spannungsmesser.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Bezeichnung der Spannungsmesser.	Höchste zu messende Spannung in *Volt*.	Länge der Skale in *mm*.	Lagerung der Axe.	Bei Mittelstellung des Zeigers an der Axe wirkende Direktionskraft in der betreffenden Einheit des C.-G.-S.-Systems gemessen.	Verbrauchte Energie bei der höchsten zu messenden Spannung in *Volt-Ampere*.	Mittleres Zurückbleiben der Zeigereinstellung bei steigender Magnetisirung hinter der bei fallender, gemessen als Theil der Gesammtlänge der Skale, verursacht durch		Der Theilung zu Grunde gelegte Einheit der Spannung in *Volt*.	Widerstand zwischen den Klemmen bei 18° in *Ohm*.	Relative Aenderung des Widerstandes zwischen den Klemmen bezogen auf 1 *Ohm* bei		Bemerkungen.
						remanenten Magnetismus.	Reibung in den Lagern.			Aenderung der äusseren Temperatur um 1°.	dauernder Einschaltung mit d. Höchstspannung.	
1	120	166	Stahlspitzen in Messing.	87	4,75	0,021	0,034	1,002	3038	0,00115	0,020	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Kupfer und Neusilber verwandt.
2	120	95	desgl.	320	2,51	0,036	0,058	0,980	5725	0,00203	0,022	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Kupfer verwandt; demselben vorgeschaltet ist ein Widerstand aus Neusilber.
3 a	110	111	Stahlzapfen in Messing.	3800	2,60	0,036	0,034	1,019	4672	0,00392	0,066	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Kupfer verwandt; ein Widerstand ist nicht vorgeschaltet.
3 b	120	64	desgl.	1000	4,88	0,036	—	1,031	2958	0,00169	0,046	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Kupfer verwandt; demselben vorgeschaltet ist ein Widerstand aus Neusilber.
4 a	80	155	Stahlspitzen in Steinen.	60	8,00	0,019	—	0,992	800	0,00063	0,012	desgl.
4 b	110	154	desgl.	60	7,66	0,038	—	0,997	1583	0,00057	0,011	desgl.
5	110	63	Stahlspitzen in Messing.	113	12,81	0,054	0,046	1,004	945	0,00020	0,004	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Neusilber verwandt; ein Widerstand ist nicht vorgeschaltet. Die Theilung beginnt mit 70 *Volt*.
6 a	50	131	desgl.	45	8,60	0,021	—	1,013	291	0,00082	0,011	Zur Bewicklung des wirksamen Solenoides ist Kupfer verwandt; demselben vorgeschaltet ist ein Widerstand aus Neusilber.
6 b	120	125	desgl.	37	11,00	0,013	—	1,006	1314	0,00059	0,012	desgl.
7	105	151	Stahlspitzen in Stahl.	540	8,85	0,016	—	1,004	1253	0,00079	0,019	desgl.

Die Grösse dieses Zurückbleibens, gemessen als Bogenlänge, ist im Gesammtgebiete der Skale annähernd dieselbe; nur im untersten Theile derselben nimmt sie ab. Wollte man dieses Zurückbleiben in Ampere bezw. Volt ausdrücken, so würde man, da im Allgemeinen die Empfindlichkeit nicht im ganzen Messbereiche dieselbe ist, an den verschiedenen Punkten der Skale von einander abweichende Werthe erhalten. Im vorliegenden Falle kommt es darauf an, einen mittleren Werth für das Zurückbleiben der Zeigereinstellung anzugeben; man misst dasselbe daher am zweckmässigsten als Bogenlänge, da dann die Einzelwerthe am wenigsten von einander abweichen. Dies geschieht mit Hilfe der oben erwähnten Kurven, durch welche die Prüfungsergebnisse graphisch dargestellt sind, in folgender Weise. Für mehrere Punkte, die in zweckmässigen, unter sich gleichen Abständen auf der Abszissenaxe liegen, wird die Differenz zwischen den entsprechenden Ordinaten sowohl für die beiden mittleren Kurven, als für die beiden äusseren Kurven gebildet, und aus den für jedes der beiden Kurvenpaare gefundenen Differenzen das Mittel genommen. Die erste der beiden auf diese Weise erhaltenen Zahlen ist dann ein Mittelwerth für das durch remanenten Magnetismus bedingte Zurückbleiben der Zeigereinstellung bei steigender Magnetisirung hinter der bei fallender. Die zweite Zahl enthält ausserdem den Einfluss der mechanischen Reibung auf die Zeigereinstellung; die Differenz der beiden Zahlen ergiebt daher einen Mittelwerth für das allein durch mechanische Reibung bedingte Zurückbleiben, welcher dem für den Einfluss des remanenten Magnetismus gefundenen völlig entspricht. Um schliesslich die für die einzelnen Messgeräthe erhaltenen Zahlen unter einander vergleichbar zu machen, hat man sie noch durch die gesammte Länge des Skalenbogens, in Millimetern gemessen, zu theilen und erhält so das mittlere Zurückbleiben der Zeigereinstellung bei steigender Magnetisirung hinter der bei fallender als Theil der Gesammtlänge der Skale ausgedrückt; die hierfür gefundenen Zahlen sind in Spalte 6 und 7 der vorstehenden Tafeln mitgetheilt.

Spalte 8 enthält Angaben über die Richtigkeit der bei der Graduirung der Messgeräthe verwandten Normale. Der für die Einheit der Stromstärke bezw. Spannung bei der Graduirung zu Grunde gelegte Werth in Ampere bezw. Volt wird gefunden, indem man den Quotienten aus der gemessenen Stromstärke bezw. Spannung durch die vom Messgeräth angezeigte bildet. Der Werth, der sich auf diese Weise für die einzelnen Skalenpunkte ergiebt, ist wegen der Theilungsfehler und der nicht immer gleichmässigen Zeigerablesung bei der Graduirung nicht überall derselbe. Besonders im unteren Gebiete der Skale, wo die Empfindlichkeit im allgemeinen sehr abnimmt, machen sich diese Nebeneinflüsse stark geltend, so dass hier eine Bestimmung der für die Theilung zu Grunde gelegten Einheit in der oben angeführten Weise zu unzuverlässigen Ergebnissen führen würde. Zur Bildung eines Mittelwerthes wurden daher nur diejenigen Quotienten aus gemessener und angezeigter Stromstärke bezw. Spannung benutzt, die für verschiedene Punkte der oberen Hälfte der Skale der Messgeräthe gefunden waren. Als die an einer bestimmten Stelle der Skale angezeigte Stromstärke bezw. Spannung wurde das Mittel aus den bei steigender und fallender Magnetisirung nach mechanischer Erschütterung des Messgeräthes abgelesenen Werthen eingeführt. Die in den Tafeln mitgetheilten Zahlen ergeben sich in folgender Weise aus den Kurven, welche die Messergebnisse graphisch darstellen. Für mehrere in gleichen Abständen von einander auf der Ordinatenaxe liegende Punkte der oberen Hälfte der Skale

wurde das Mittel aus den zugehörigen Abszissen der beiden mittleren Kurven gebildet, und dieses durch den jedesmaligen Betrag der entsprechenden Abszisse der gestrichelten Kurve getheilt. Das Mittel aus den auf diese Weise für die einzelnen Messgeräthe gefundenen Werthen ist in Spalte 8 mitgetheilt werden.

Spalte 9, 10 und 11 der Tafel für die Spannungsmesser enthalten Angaben über den Widerstand zwischen den Klemmen dieser Messgeräthe und seine Veränderung mit der Temperatur; dieselben bedürfen keiner weiteren Erläuterung. In der letzten Spalte jeder der beiden Tafeln sind noch Bemerkungen angeführt über besondere Eigenthümlichkeiten der einzelnen Messgeräthe.

Dies dürfte zur Erklärung der in den Tafeln 1 und 2 mitgetheilten Zahlen genügen; auf Grund derselben ist eine Vergleichung der Messgeräthe unter Berücksichtigung der für ihre Güte maassgebenden Faktoren leicht anzustellen. Es soll nun im Folgenden noch festgestellt werden, wie weit die untersuchten Messgeräthe den Bestimmungen der Reichsanstalt über die Beglaubigung der Strom- und Spannungsmesser genügen. Nach denselben erfolgt die Beglaubigung bei Messgeräthen ohne Beschränkung des Anwendungsgebietes, wenn die gefundenen Fehler entweder nicht über ± 0,2 der die Prüfungsstelle enthaltenden bezw. ihr benachbarten Skalenintervalle oder nicht über ± 0,01 des Sollwerthes hinausgehen, bei Geräthen mit beschränkter Anwendung der Skale, wenn der Fehler innerhalb des Anwendungsgebietes ± 0,01 des Sollwerthes nicht übersteigt. Bei der Beurtheilung der Messgeräthe nach Maassgabe dieser Bestimmungen ist im Folgenden ein Unterschied gemacht, ob die Ermittlung des Fehlerbetrages auf Grund der in der Fabrik ausgeführten Graduirung erfolgte oder unter der Annahme, dass die Messgeräthe unter Zugrundelegung der hier erhaltenen Messergebnisse neu graduirt wären. Im ersten Falle ist als Fehler an einer bestimmten Stelle der Skale die grösste Abweichung gesetzt worden, die entweder bei steigender oder fallender Magnetisirung zwischen dem gemessenen Werthe der Stromstärke bezw. Spannung und dem nach ganz allmäliger Führung des Zeigers an den Ort seiner Einstellung abgelesenen stattfindet; im zweiten Falle gilt als Fehler die Abweichung der beiden für dieselbe Zeigereinstellung bei steigender und fallender Magnetisirung gemessenen Werthe von ihrem Mittel, wenn der Zeiger wiederum ganz allmälig an den Ort seiner Einstellung geführt war. Die erste Fehlerbestimmung zeigt, was die Messgeräthe in dem Zustande, in dem sie eingesandt wurden, leisten, und die zweite giebt an, was sie leisten könnten, wenn die Graduirung unter Verwendung richtiger Normale erfolgt wäre. Von einer Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur auf die Angaben der Spannungsmesser wurde bei dieser Fehlerbestimmung abgesehen, weil derselbe durch Befolgung der in § 9 der Prüfungsbestimmungen mitgetheilten Vorschriften seitens der Fabrikanten für die Beglaubigung dieser Messgeräthe belanglos wird. Die gefundenen Fehler sind den eben angeführten Bestimmungen entsprechend sowohl in Theilen des Skalenintervalls, als auch Theilen des Sollwerths ausgedrückt. In die in Tafel 3 und 4 enthaltene Zusammenstellung sind nur diejenigen der eingesandten Messgeräthe aufgenommen werden, bei denen die Prüfung verhältnissmässig günstige Ergebnisse geliefert hatte.

Bevor diese Tafeln einer Besprechung unterzogen werden, sollen den oben angeführten Bestimmungen über die Beglaubigung der Messgerähte noch einige Erläuterungen hinzugefügt werden. Für die Messgeräthe ohne beschränktes Anwendungsgebiet ist die zulässige Fehlergrenze einmal als Theil

Tafel 3.

Bezeichnung der Strommesser.	Wie weit genügen die untersuchten Strommesser den Prüfungsbestimmungen, wenn man die Abweichungen ihrer Angaben vom Sollwerthe ausdrückt			
	in Theilen des Skalenintervalles unter Zugrundelegung der Graduirung,		in Theilen des Sollwerthes unter Zugrundelegung der Graduirung,	
	die in der Fabrik ausgeführt wurde.	die nach Maassgabe der hier angestellten Messungen hätte ausgeführt werden müssen.	die in der Fabrik ausgeführt wurde.	die nach Maassgabe der hier angestellten Messungen hätte ausgeführt werden müssen.
1	nirgends	überall	von 60 bis 100 *Ampere*	von 30 bis 100 *Ampere*
4a	nirgends	überall	nirgends	nirgends
4b	nirgends	von 0 bis 80 *Ampere*	nirgends	nirgends
6a	von 0 bis 30 *Ampere* u. von 40 bis 50 *Ampere*	überall	nirgends	von 40 bis 50 *Ampere*
6b	überall	überall	nirgends	von 100 bis 120 *Ampere*
7a	nirgends	von 0 bis 40 *Ampere*	nirgends	nirgends
7d	nirgends	überall	nirgends	nirgends

Tafel 4.

Bezeichnung der Spannungsmesser.	Wie weit genügen die untersuchten Spannungsmesser den Prüfungsbestimmungen, wenn man die Abweichungen ihrer Angaben vom Sollwerthe ausdrückt			
	in Theilen des Skalenintervalles unter Zugrundelegung der Graduirung,		in Theilen des Sollwerthes unter Zugrundelegung der Graduirung,	
	die in der Fabrik ausgeführt wurde.	die nach Maassgabe der hier angestellten Messungen hätte ausgeführt werden müssen.	die in der Fabrik ausgeführt wurde.	die nach Maassgabe der hier angestellten Messungen hätte ausgeführt werden müssen.
1	nirgends	nirgends	nirgends	von 100 bis 120 *Volt*
4a	nirgends	von 0 bis 40 *Volt*	nirgends	von 60 bis 80 *Volt*
4b	nirgends	nirgends	nirgends	nirgends
6a	von 20 bis 50 *Volt*	überall	nirgends	von 40 bis 50 *Volt*
6b	überall	überall	nirgends	von 60 bis 120 *Volt*
7	von 0 bis 70 *Volt*	von 0 bis 85 *Volt*	von 90 bis 110 *Volt*	von 65 bis 110 *Volt*

des Skalenintervalles und zum andern als Theil des Sollwerthes ausgedrückt. Durch Festsetzung der zulässigen Fehlergrenze als Theil des Skalenintervalls sollte vor allem ausgeschlossen werden, dass die Messgeräthe mit einer zu engen Theilung versehen werden, die ihre Angaben genauer erscheinen lässt, als sie wirklich sind. Es ist nicht anzunehmen, dass die Fabrikanten die Skalenintervalle zu weit wählen werden, um sich die Beglaubigung ihrer Messgeräthe zu erleichtern; die Abnehmer würden denselben in dieser Form wenig Vertrauen entgegenbringen. Durch Festsetzung zweier Fehlergrenzen war nicht etwa beabsichtigt, dass die für die Beglaubigung zuzulassenden Messgeräthe im gesammten Messbereiche beide innehalten sollen, sondern der leitende Grundsatz für Gewährung der Beglaubigung war stets, den Fehlerbetrag nach derjenigen der beiden Ausdrucksweisen anzugeben, die für die Zulassung der Messgeräthe zur Beglaubigung am günstigsten war. Je nach der Grösse des Skalenintervalls und des an der betreffenden Stelle der Skale angegebenen Sollwerthes gelangt daher die eine oder die andere der beiden Bestimmungen zur Anwendung; nach welcher von beiden die Beurtheilung von

diesem Gesichtspunkte aus zu erfolgen hat, lässt sich in jedem einzelnen Falle nach Maassgabe der vorgeschriebenen Fehlergrenzen leicht angeben. ' Bezeichnet man nämlich die Grösse des Skalenintervalles mit i und den Skalenwerth an der betreffenden Stelle mit w, so ist der zulässige Fehler als Theil des Skalenintervalls $0{,}2\,i$ und als Theil des Sollwerthes $0{,}01\,w$; die letztere Fehlergrenze ist leichter innozuhalten, wenn $0{,}2\,i < 0{,}01\,w$ oder $i < {}^1/_{20}\,w$ ist. Es wird daber bei Entscheidung über die Znlassung dor Messgeräthe zur Beglaubigung der zulässige Fohler als Theil des Skalenintervalles ausgedrückt, wenn dasselbe an der betreffenden Stelle grösser als der zwanzigste Theil des Sollwerthes ist, und als Theil des Sollwerthes, wenn das Skalenintervall kleiner als der zwanzigste Theil dieses Werthes ist.

Wenn bei den Messgeräthen ein bestimmtes Anwendungsgebiet vorgesehen ist, wie es z. B. vielfach bei Spannungsmessern der Fall zu sein pflegt, so hat das Messgeräth nur in diesem Gebiete eine bestimmte Feblergrenze innezuhalten, die als Theil des Sollwerthes ausgedrückt ist.

Aus den oben angeführten Tafeln 3 und 4 ergiebt sich, dass nur zwei der in denselben angeführten Messgeräthe, nämlich dor Strommesser 6*b* und der Spannnngsmesser 6*b*, naeb der in der Fabrik ausgeführten Graduirung auf Grund der Bestimmnngen über Messgeräthe ohne beschränktes Anwendungsgebiet beglaubigt werden könnten. Nach den Bestimmungen für Messgeräthe mit beschränktem Anwendungsgebiet würden der Strommesser 1 und der Spannungsmesser 7 genügen, wenn man das Anwendungsgebiet nach dem oberen Theil der Skale verlegt. Wesentlieb günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man von den durch Anwendung unrichtiger Normale bedingten Fehlern absieht und die Messgeräthe nach einer Graduirung beurtheilt, die anf Grnnd der hier angestellten Messungen hätte ausgeführt werden müssen. Es könnten alsdann nach den Bestimmungen für Messgeräthe ohne besebränktes Anwendnngsgebiet beglaubigt werden: die Strommesser 1, 4a, 6a, 6b, 7d und die Spannnngsmesser 6a, 6b, 7; nach den Bestimmungen für Messgeräthe mit beschränktem Anwendungsgebiet: die Strommesser 1, 6a, 6b und die Spannungsmesser 1, 4a, 6a, 6b, 7. Der Spannungsmesser 7 genügt, wenn man den Febler als Theil des Skalenintervalles ausdrückt, den Bestimmungen für Messgeräthe ohne beschränktes Anwendungsgebiet nur im Messbereiche von 0 bis 85 *Volt* und, wenn man den Fehler als Theil des Sollwerthes ausdrückt, nur im Messbereiche von 65 bis 110 *Volt*. Trotzdem kann dies Messgeräth nach Maassgabe der oben auseinandergesetzten Handhabung der Bestimmungen zur Beglanbigung zngelassen werden.

Es ist somit einer Reihe von Werkstätten gelnngen, bei den von ihnen hergestellten Messgeräthen die prinzipiellen Fehler, die vor allem durch den Einfluss der magnetischen Remanenz und der mechanischen Reibung begründet sind, soweit einzuschränken, dass dieselben innerhalb der von der Reichsanstalt als zulässig bezeichneten Grenzen liegen. Wenn es trotzdem nicht immer möglich gewesen war, diese Messgeräthe zn beglaubigen, so liegt dies daran, dass in manchen Fabriken boi der Graduirung der Messgeräthe Normale verwandt werden, die zum Theil erhebliche Abweichungen von ihrem Sollwerthe zeigen. Bei den Fortschritten, die in der letzten Zeit in der Herstellung zuverlässiger Normalwiderstände und -Elemente gemacht sind, können diese Fehler auf einen erheblich geringeren Betrag beschränkt werden als früher, wo man sich auf Widerstände, die von der Temperatnr stark abhängig waren, und auf elektrochemische Messungen der Strom-

stärke beziehen musste, für die in den Fabriken nicht immer die nöthigen Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Es wäre daher im Interesse der Vervollkommnung der technischen Strom- und Spannungsmesser dringend wünschenswerth, wenn sich die einschlägigen Fabriken bei der Graduirung dieser Messgeräthe der hier als zuverlässig erprobten, leicht handhabbaren Messmethoden bedienten und sich an die Normale der Reichsanstalt anschlössen, deren Richtigkeit durch eingehende Untersuchungen festgestellt und durch ständige Kontrolmessungen verbürgt ist.

Induktionsinklinatorium neuer Konstruktion und Bestimmung der absoluten Inklination mit demselben im Observatorium zu Pawlowsk.

Von
H. Wild in St. Petersburg.

(Fortsetzung und Schluss.)

Justirung des Multiplikators.

Was nun die Justirung des Multiplikators betrifft, so haben wir nach den früheren Bemerkungen und Deduktionen über die Herstellung passender Empfindlichkeit desselben jetzt nur noch kurz die Verifikation seiner relativen Lage zum Magneten zu betrachten.

Nachdem der Multiplikator vermittels eines Niveaus, das auf ein durch seinen Hohlraum durchgestecktes Lineal gelegt wurde, in Betreff seiner inneren Windungsfläche allseitig horizontal gemacht war, wurde durch Schiebung des Grundbrettes einerseits und der Anthängung andererseits eine möglichst genaue Zentrirung des zwischen den Windungen befindlichen Magneten zu diesen erzielt. Um sodann die Magnete in ihrer Ruhelage genau parallel den Windungen des Multiplikators zu erhalten, war zuerst jene Ruhelage aufzusuchen. Ich verstehe darunter die Lage, welche die Magnete ohne Einwirkung der Torsion bloss unter dem Einflusse des Erdmagnetismus annehmen würden; es ist dies sehr nahe der magnetische Meridian, da der innere mit Nordpol nach Nord gewendete Magnet ein wenig stärker ist als der andere. Diese Lage wurde dadurch gefunden, dass man abwechselnd den Torsionsstab und die Magnete einlegte und am Torsionskreis jeweilen nachdrehte, bis endlich beide dieselbe Ablesung an der Skale ergaben, worauf dann durch Justirung des Spiegels als solcher Skalentheil 520,0 erzielt wurde. Vermittels der S. 214 erwähnten Vorrichtung schickte ich sodann abwechselnd in der einen und anderen Richtung den durch Abzweigung passend geschwächten Strom eines konstanten Elementes durch den Multiplikator, verglich die Mittel der beiderseitigen konstanten Ablenkungen aus der Gleichgewichtslage 520,0, die zunächst ungleich ausfielen, und drehte dann den Multiplikator nach und nach um seine vertikale Axe, bis endlich diese Ablenkungen beiderseits gleich gross wurden.

Da es hierbei wegen der nicht vollständigen Konstanz der elektromotorischen Kraft des Elementes wünschenswerth ist, rasch zu operiren, so ist sowohl für die erste Schliessung als für die späteren Umkehrungen des Stromes die Benutzung des von Gauss angegebenen Verfahrens[1]) zu empfehlen, welches ge-

[1]) Gauss, Ueber ein Mittel, die Beobachtung von Ablenkungen zu erleichtern. Resultate des magnet. Vereins für 1839. S. 52.

stattet, den Magneten in der neuen Lage gleich wieder ruhig zu erhalten. Das briggische logarithmische Dekrement für den hierbei benutzten Stromkreis erhielt ich in unserem Fall: $\lambda = 0{,}486$ und für die Schwingungsdauer fand ich: $T = 20^s$. Gemäss den Gauss'schen Formeln war daher nach Schliessung bezw. Umkehr des Stromes zur Zeit 0, derselbe um $0{,}53 \,.\, 20^s = 10^s{,}6$ wieder zu öffnen bezw. in die ursprüngliche Richtung zu bringen und um $0{,}15 \,.\, 20^s = 3^s{,}0$ darauf oder nach $13^s{,}6$ von Anfang an gerechnet definitiv zu schliessen bezw. umzukehren.

Es fragt sich schliesslich noch, wie lange der Apparat, nachdem die erwähnten Justirungen ausgeführt sind, sich unverändert erhält oder also, wie oft man ungefähr dieselben zu wiederholen hat. Hierüber hat die bisherige, sechsmonatliche Erfahrung Folgendes ergeben.

Nachdem am 28. Mai 1890 das untere Fundament für den Induktor vollendet und am 5. Juni die Marmorsäulen auf ihre Pfeiler aufgestellt, sowie der umgebende Mosaikboden des Saales, wie oben mitgetheilt, in Ordnung gebracht war, wurde der Induktor am 6. Juni auf die Säulen gestellt, in den folgenden Tagen ganz zusammengesetzt und im Allgemeinen berichtigt. Am 11. Juni führte ich eine genaue Justirung aller Theile in der oben mitgetheilten Weise aus, welche dann am 13. Juni im Beisein der Herren Leyst und Dubinsky wiederholt wurde. Nachdem darauf am 14. Juni der mit dem zugehörigen Fernrohr und Skale noch etwas anders als oben beschrieben aufgestellte Multiplikator (auch der Doppelmagnet hing damals noch an einem Neusilberdraht von 0,53 *mm* Durchmesser und 1420 *mm* Länge und die Schwingungsdauer betrug 19^s) justirt und einige Probeversuche gemacht waren, führte ich am 17. Juni mit Beihilfe des Herrn Leyst eine erste vollständige Doppelmessung der Inklination mit dem Apparat aus. Die konstante doppelte Amplitude betrug hierbei nur 446 Skalentheile. Es schien darnach räthlich, zur Vergrösserung der Dämpfung die Magnete etwas zu verstärken, was am 20. Juni ausgeführt wurde, woranf dann am 23. Juni eine neue und vollständige Justirung des Multiplikators erfolgte. Bis dabin hatten auch beim Induktor in Folge der Austrocknung und des Senkens des Fundamentes erhebliche Veränderungen der Lage stattgefunden, welche, durch die festen Niveaus am Gestell angezeigt, häufige Nivellirungen erforderten. Mit Beginn der definitiven Messungen am 24. Juni, die wir auch in der Folge mittheilen werden, traten bereits stabilere Verhältnisse ein, so dass vor jeder Messung Korrektionen der Nivellirung bloss um einige Niveautheile, also von ungefähr 6 bis 8″, nothwendig waren. Trotz des namentlich zu Anfang, wo die Uebung im Umlegen des Induktors noch geringer war, bisweilen etwas zu starken Anschlags der Nasen an ihre Arretirungshebel hielt sich die Stellung der ersteren und der planparallelen Glasplatten scheinbar recht gut und im Azimuth schien das Gestell durch seine grosse Schwere gegen erhebliche Verschiebungen gesichert zu sein. Im Laufe des August wiesen indessen Veränderungen in den Resultaten, welche wir in der Folge des Näheren werden kennen lernen, auf grössere eingetretene Abweichungen beim Induktor hin, weshalb ich am 3. September eine neue allseitige Verifikation und Berichtigung desselben in der oben angegebenen Weise vornahm, welche denn auch eine Abweichung der Windungsebene der Rolle vom Parallelismus mit der Horizontalaxe von $11'{,}2$ in Folge Verstellung der Nasen — es war inzwischen immer nur die eine Nase nach der anderen so korrigirt worden, dass der Drehungswinkel beim Umlegen 180° betrug — und eine Verrückung des ganzen Gestells bezw. der Horizontalaxe im Azimuth um $1^\circ{,}2$ aus dem magne-

tischen Meridian ergab[1]). Nach erfolgter Berichtigung wurden jetzt die Messingfussplatten auf den Marmorsäulen zur Verhütung solcher Verschiebungen festgekittet. Zugleich gab ich auch dem Fernrohr nebst Skale zur Ablesung des Standes der planparallelen Platten am Rollenrahmen eine sicherere Aufstellung, so dass schon diese Beobachtung in Zukunft über Veränderungen in der Orientirung des Instruments Andeutungen geben wird. Eine neue Verifikation am 10. Dezember 1890 durch Herrn Leyst ergab nur sehr geringe Aenderungen, indem die Rollenebene bloss innerhalb der Deklinationsvariationen, nämlich um 1′, vom augenblicklichen magnetischen Meridian abwich und die Arretirungsnasen sogar ganz ihre Stellung bis auf diese Grenze beibehalten hatten.

Was den Multiplikator betrifft, so wurden bei ihm wiederholt die eingetretenen Torsionen des Aufhängedrahtes, die übrigens allmälig immer kleiner ausfielen, aufgehoben und ebenso wiederholt die Parallelstellung von Magnet und Multiplikatorwindungen geprüft bezw. berichtigt.

Der Beobachtungsmodus wird sich am besten aus folgenden Detaildaten einer am 6. September 1890 von Herrn Leyst und mir gemeinsam ausgeführten Messung ergeben.

Pawlowsk, 6. September 1890.

1. Wild beobachtet am Fernrohr, Leyst dreht den Induktor.

Temperatur des Multiplikator: 17°,98, des Induktors: 17°,70.

	Axe vertikal.		Axe geneigt.	
Vertikal-Mikroskop I	298° 5′ 20″		336° 37′ 15″	
Kreis- „ II	118 3 55		156 37 0	
Uhrzeit:	$9^h\,59^m\,30^s$ a. m.		$10^h\,12^m\,0^s$ a. m.	
Gleichgewichtslage:	520,0		520,0	
	636,5	336,0	704,3	296,3
	743,1	274,2	766,3	260,4
	779,2	253,1	787,4	248,2
	791,3	246,2	794,5	244,1
	795,4	244,0	797,0	242,9
	796,7	243,2	797,8	242,3
	797,2	242,9	798,0	242,2
	797,4	242,8	798,0	242,1
	7,4	2,8	798,1	242,0
	7,4	2,8	8,1	2,1
	7,4	2,8	8,1	2,1
			8,1	2,1
	$10^h\,6^m\,30^s$		$10^h\,21^m\,0^s$	
Mikroskop I	298° 5′ 15″		336° 37′ 15″	
„ II	118 3 50		156 37 5	
	Multiplikator: 18°,00		Induktor: 17°,84.	

[1]) Ich lasse es dahingestellt, ob nicht auch ein Theil dieser Verrückung im Azimuth auf eine entsprechende Aenderung in der Stellung der Marmorsäulen in Folge des Senkens des Fundamentes zurückzuführen ist. Wie dem auch sei, in Folge des vorstehenden Azimuthes muss also zuletzt das Instrument die Inklination um 14″ zu gross angegeben haben.

2. Leyst beobachtet am Fernrohr, Wild dreht den Induktor.

	Axe geneigt.		Axe vertikal.	
Mikroskop I	336° 37′ 20″		298° 5′ 15″	
„ II	156 37 5		118 3 55	
	$10^h\,25^m\,0^s$		$10^h\,41^m\,0^s$	
	520,0		520,0	
	637,0	336,0	636,5	336,5
	743,7	273,8	743,0	274,2
	779,8	252,8	779,0	253,6
	792,0	245,8	791,0	246,5
	795,9	243,4	795,1	244,0
	797,2	242,7	796,7	243,2
	797,8	242,2	797,0	243,0
	798,0	242,2	797,2	242,9
	797,8	242,3	797,2	242,9
	798,0	242,2	797,2	242,9
	8,0	2,1	7,25	2,9
	8,0	2,1	7,25	2,9
	$10^h\,33^m\,0^s$		$10^h\,48^m\,0^s$	
Mikroskop I	336° 37′ 20″		298° 5′ 15″	
„ II	156 37 5		118 3 55	
	Multiplikator: 18°,03		Induktor: 18°,00.	

Von den gleichzeitig im unterirdischen Pavillon alle Minnten abgelesenen Magnetometerständen sind für die Berechnung selbstverständlich bloss die mit den konstant gewordenen Amplitnden korrespondirenden zn benutzen, weshalb ich hier anch nur diese mittheile.

	Bifilar. m		Bifilar. m	Lloyd's Waage sc
$10^h\,3^m$ a.	291,5	$10^h\,17^m$ a.	291,1	320,0
4	6	18	0	0
5	5	19	2	0
6	4	20	1	0
7	2	21	1	0
Mittel:	291,44	Mittel:	291,10	320,00
Rednktion anf 21°	+0,17	Red. auf 21°	+0,17	+0,11
	291,61		291,27	320,11

		Lloyd's Waage. sc		
$10^h\,30^m$ a.	291,2	319,8	$10^h\,45^m$ a.	292,0
31	2	8	46	1,9
32	1	8	47	1,6
33	1	8	48	1,6
Mittel:	291,15	319,80	Mittel:	291,78
Red. auf 21°	+0,15	+0,11	Red. auf 21°	+0,14
	291,30	319,91		291,92

Wenn wir in der ersten Serie als konstante Amplitude je das Mittel der vier letzten Elongationen und im zweiten das Mittel der drei letzten, ferner die Mittel der Ablesungen am Vertikalkreis vor und nach den Elongationsbeobachtungen nehmen, so erhalten wir also aus der ersten Serie für die Grössen in der Formel:

$$\begin{array}{ll} S_2'' = 797{,}40 - 520 = 257{,}40 & S_1'' = 798{,}10 - 520 = 278{,}10 \\ S_2' = 242{,}80 - 520 = 257{,}20 & S_1' = 242{,}08 - 520 = 277{,}92 \\ \hline S_2 = 554{,}60 & S_1 = 556{,}02 \end{array}$$

ferner:

$$\left.\begin{array}{l} O_I = 38^\circ\ 31'\ 57''{,}5 \\ O_{II} = 37\ \ 33\ \ 10{,}0 \end{array}\right\} O = 38^\circ\ 32'\ 33''{,}8, \qquad z = 70^\circ\ 43'\ 43''$$

endlich:

$$\begin{array}{lll} m_2 = 291{,}61 & t_2 = 17{,}^\circ 84 & w_1 = 320{,}11 \\ m_1 = 291{,}27 & t_1 = 17{,}92 & \\ \hline m_2 - m_1 = 0{,}34 & t_2 - t_1 = -0{,}^\circ 08 & \end{array}$$

Aus der zweiten Serie finden wir entsprechend:

$$\begin{array}{ll} S_1'' = 798{,}00 - 520 = 278{,}00 & S_2'' = 797{,}23 - 520 = 277{,}23 \\ S_1' = 242{,}13 - 520 = 277{,}87 & S_2' = 242{,}90 - 520 = 277{,}10 \\ \hline S_1 = 555{,}87 & S_2 = 554{,}33 \end{array}$$

ferner:

$$\left.\begin{array}{l} O_I = 38^\circ\ 32'\ \ 5'' \\ O_{II} = 38\ \ 33\ \ 10 \end{array}\right\} O = 38^\circ\ 32'\ 37''{,}5, \qquad z = 70^\circ\ 43'\ 41''$$

endlich:

$$\begin{array}{lll} m_1 = 291{,}30 & t_1 = 17{,}^\circ 92 & w_1 = 319{,}91 \\ m_2 = 291{,}92 & t_2 = 18{,}01 & \\ \hline m_2 - m_1 = 0{,}62 & t_2 - t_1 = 0{,}09 & \end{array}$$

Wir ersehen hieraus, dass in der That $t_2 - t_1$ bei den beiden Beobachtungen sehr nahe gleiche Grösse, aber entgegengesetztes Vorzeichen hat, somit im Mittel beider Beobachtungsergebnisse der Temperatureinfluss herausgehen wird.

Führen wir nun die obigen Zahlenwerthe in die Formel auf Seite 204 ein und berücksichtigen dabei, dass $2z = 180 - O$ ist, also in $\sin 2z$ für $2z$ unmittelbar die Werthe von O einzuführen sind, so erhält man:

aus der 1. Serie:

$$i_1' = 70^\circ\ 45'\ 17'' \qquad \left\{\begin{array}{l} m_1 = 291{,}27 \\ w_1 = 320{,}11 \end{array}\right.$$

und aus der 2. Serie:

$$i_1'' = 70^\circ\ 45'\ 24'' \qquad \left\{\begin{array}{l} m_1 = 291{,}30 \\ w_1 = 319{,}91 \end{array}\right.$$

wo wir die für dieselbe Zeit jeweilen erhaltenen mittleren Ablesungen am Bifilarmagnetometer und der Lloyd'schen Waage beigefügt haben.

Diese letzteren Daten können in zweierlei Weise verwendet werden. Einmal kann man vermittels derselben und den nach den normalen absoluten Messungen im betreffenden Monat in üblicher Weise bestimmten Normalständen dieser Variationsinstrumente nach den für sie giltigen Formeln die Werthe der Horizontalintensität H_1 und Vertikalintensität V_1 für diese Zeit berechnen und daraus nach der Formel:

$$\operatorname{tang} i_1 = V_1/H_1$$

die Inklination ableiten, um sie dann mit dem durch das Induktionsinklinatorium gefundenen Werth zu vergleichen.

Bei dem angewandten Bifilar ist die Formel für den **September** zur Berechnung von H_1 aus dem abgelesenen, auf 21° C reduzirten Skalentheil m_1:

$$H_1 = 1,64095 + 0,0002540\,(m_1 - 294,60),$$

und bei der **Lloyd**'schen Waage wurde im September entsprechend zur Berechnung von V_1 aus dem abgelesenen, auf 21° reduzirten Skalentheil w_1 benutzt:

$$V_1 = 4,6923 + 0,0002541\,(w_1 - 300),$$

wobei den Werthen für die Horizontalintensität die absoluten Intensitätsmessungen im September und denen für die Vertikalintensität ausserdem noch das Mittel der absoluten Inklinationsmessungen im August, September und Oktober mit dem **Nadelinklinatorium von Dover im Mittel aller vier Nadeln desselben** zu Grunde liegen.

Zum Vergleich mit dem Induktionsinklinatorium erhalten wir also nach diesen Variationsapparaten:

$$H_1' = 1,64010 \qquad H_1'' = 1,64011$$
$$V_1' = 4,69741 \qquad V_1'' = 4,69736$$

und folglich:

$$i_1' = 70°\ 45'\ 12'', \qquad i_1'' = 70°\ 45'\ 11'',$$

welche um 5″ bezw. 13″ kleiner sind als die obigen Grössen. Im Mittel beider Serien kommt:

1890.	Indukt.-Inkl.	Inklinat. Dover.	Differenz.
6. September $10^h\,3^m - 10^h\,48^m$ a.	70° 45′ 20″	70° 45′ 11″	+ 9″.

Die zweite Verwendungsart der mit dem Induktionsinklinatorium erhaltenen Daten besteht darin, vermittels des für die absolute Inklination gewonnenen Werthes und der gleichzeitigen, aus den Angaben des Bifilars berechneten Horizontalintensität nach der Formel:

$$V_1 = H_1 \operatorname{tang} i_1$$

die Vertikalintensität abzuleiten und diese, sowie den an der **Lloyd**'schen Waage abgelesenen Skalentheil w_1 durch Einsetzung in die Formel:

$$V_1 = V_0 + 0,0002541\,(w_1 - 300)$$

zur Berechnung des sogenannten Normalstandes V_0 der **Lloyd**'schen Waage zu benutzen.

Thut man dies im vorliegenden Beispiel, indem man dabei das Mittel von i'_1 und i''_1 und ebenso der entsprechenden H und w nimmt, nämlich:

$$i_1 = 70°\ 45'\ 20'', \qquad H_1 = 1,64010, \qquad w_1 = 320,01,$$

so kommt:

1890.	V_1	V_0
6. September	4,69799	4,69291.

Diesen Werth von V_0 kann man dann, da er nur ganz allmäligen und kleinen Veränderungen unterliegt, sehr gut mit den ungefähr um dieselbe Zeit durch andere Inklinatorien und sogar mit den dabei durch jede einzelne Nadel eines Nadelinklinatoriums in analoger Weise gewonnenen Werthen von V_0 vergleichen.

Im Laufe der Monate Juni bis Dezember 1890 sind so von den Herren **Leyst**, **Dubinsky** und mir, je von zweien gemeinsam, im Ganzen 39 Doppelserien von Beobachtungen am Induktionsinklinatorium ausgeführt worden.

Dieselben haben bei der Verwerthung nach der ersten der angegebenen Methoden folgende Monatsmittel der Differenzen zwischen den mit dem Induktionsinklinatorium erhaltenen absoluten Inklinationen i_1 α_1, den gleichzeitigen für das Nadelinklinatorium Dover geltenden absoluten Inklinationen I_I nach Ableitung aus den Ablesungen an den Variationsinstrumenten für direkte Beobachtung und I_{II} nach der Ableitung aus den Registrirungen der betreffenden Variationsinstrumente des Magnetographen ergeben.

1890.	$i_1 - I_I$	Mittlere Abweichung.	$i_I - I_{II}$	Mittlere Abweichung.	Zahl der Beobachtungen.
Juni	−15″	± 7″	−38″	± 8″	5
Juli	− 9	±11	3	±10	11
August	19	± 9	16	± 8	4
September	4	± 5	25	± 5	5
Oktober	6	± 5	−11	±12	4
November	−28	± 6	− 2	± 6	5
Dezember	−37	± 8	−25	±11	5

Im Mittel aller 7 Monate ist sonach die Unsicherheit der Differenzen zwischen den Angaben für die absolute Inklination des Induktionsinklinatoriums und denen der beiden fraglichen Variationsapparate beim Instrument für direkte Beobachtung: ± 7″,3 und beim Magnetographen: ± 8″,6; da nun die Unsicherheit der aus den letzteren abgeleiteten Inklinationen im Allgemeinen nicht mehr als 2″,3 betragen kann, so wäre also annähernd der mittlere Fehler einer Bestimmung der absoluten Inklination mit dem Induktionsinklinatorium gegeben durch:

$di_1 = \pm 6'',9$ nach Vergleich mit Lloyd's Waage für direkte Ablesung
$= \pm 8'',3$ „ „ „ „ „ des Magnetographen.

Die Differenz dieser mit den beiden Variationsapparaten erhaltenen Unsicherheiten von di_1 weist darauf hin, dass mindestens beim zweiten noch andere als durch die blossen Ablesungsfehler bedingte Fehlerquellen vorkommen müssen.

Vergleichen wir aber die absoluten Werthe der Monatsmittel der Differenzen $i_I - I_I$ und $i_I - I_{II}$, auf welche sowohl die zeitlichen Veränderungen des Induktionsinklinatoriums als ganz besonders diejenigen des Nadelinklinatoriums ihren vollen Einfluss behalten, so bemerken wir viel grössere Variationen als die oben betrachteten. Die grosse Veränderung der mittleren Differenz vom Juli zum August um + 34″ bezw. + 54″ und vom August zum September zurück um − 15″ wenigstens für $i_1 - I_I$ erklärt sich nun wohl theilweise durch die oben erörterte Verrückung des Induktionsinklinatoriums, die sehr wahrscheinlich zu Anfang des August stattfand, und ihre Berichtigung durch die neue Justirung zu Anfang des September; doch kann, wie wir Seite 250 in der Anmerkung gezeigt haben, der Antheil an obigen Grössen nur 14″ betragen haben; dagegen muss die Differenz von + 19″ bezw. + 63″ vom Juni zum September und von − 41″ bezw. − 50″ vom September zum Dezember wohl hauptsächlich Veränderungen des Nadelinklinatoriums beigemessen werden, da die Verifikation des Induktionsinklinatoriums am 10. Dezember keine erhebliche Aenderung desselben ergab. Immerhin kann der blosse Vergleich zweier Instrumente nichts Positives über die Veränderung des einen oder anderen ergeben.

Deshalb erscheint es zweckmässiger, aus den Angaben des Induktions-

inklinatoriums nach der zweiten der oben angewandten Methoden die Normalstände sowohl der Lloyd'schen Waage für direkte Beobachtungen als derjenigen des Magnetographen herzuleiten und diese dann mit den entsprechenden, aus den Beobachtungen am Nadelinklinatorium abgeleiteten Werthen derselben zu vergleichen.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich wieder die Monatsmittel dieser Grössen.

Normalstände der Lloyd'schen Waagen abgeleitet aus

	Induktionsinklinatorium		Nadelinklinatorium	
1890	L. W. für direkte Ablesung	L. W. des Magnetographen	direkte Ablesg.	Magnetograph
Juni........	4,69348 ± 0,00052	4,69149 ± 0,00061	4,69658	4,69425
Juli........	4,69357 ± 0,00082	4,69233 ± 0,00071	4,69317	4,69180
August	4,69396 ± 0,00066	4,69338 ± 0,00061	4,69352	4,69295
September ..	4,69257 ± 0,00034	4,69048 ± 0,00033	4,69107	4,68885
Oktober	4,69233 ± 0,00041	4,69064 ± 0,00055	4,69352	4,69225
November...	4,69107 ± 0,00052	4,68975 ± 0,00059	4,69170	4,69007
Dezember...	4,69289 ± 0,00055	4,69161 ± 0,00045	4,69537	4,69400

Hier sind beim Nadelinklinatorium die mittleren Abweichungen der einzelnen Resultate vom Monatsmittel nicht gegeben, da die Einzelwerthe sich auf verschiedene Nadeln beziehen, also noch die Nadeldifferenzen einschliessen.

Eine eingehende Diskussion dieser Mittelwerthe, wie auch der einzelnen Daten unter Berücksichtigung der während dieser Zeit erfolgten äusseren Störungen bei den Apparaten hat nun ergeben, dass das Induktionsinklinatorium, abgesehen von der Veränderung durch Verrückung in der Zeit Juli bis September, unzweifelhaft konstante Resultate ergeben hat, während das Nadelinklinatorium mannigfachen Variationen unterlag, dass ferner die Lloyd'sche Waage für direkte Ablesungen sich ziemlich konstant erhalten hat und erst in den Monaten November und Dezember grössere Änderungen erfuhr, während die Lloyd'sche Waage des Magnetographen in allen Monaten erhebliche Veränderungen zeigte.

Wenn wir daher über die Genauigkeit der Angaben des Induktionsinklinatoriums ein sicheres Urtheil gewinnen wollen, so müssen wir uns bloss an die Monate September und Oktober halten und da auch nur die Daten für das Variationsinstrument mit direkter Ablesung benutzen. Darnach war aber der Fehler einer Bestimmung des Normalstandes dieses Instrumentes:

$$\pm 0{,}00037,$$

dem ein mittlerer Fehler der Inklination von:

$$\pm 5{,}''1$$

entsprechen würde. Dieser Fehler ist aber noch ein zusammengesetzter, indem daran ausser dem Fehler der Inklinationsmessung mit dem Induktionsinklinatorium auch noch der Fehler der Herleitung der Inklination aus den Variationsapparaten Theil hat. Dieser letztere Fehler beträgt aber bei unseren Apparaten $\pm 2{,}''3$ und es ist daher der erstere Fehler x einer absoluten Inklinationsbestimmung mit unserm Induktionsinklinatorium für sich zur Zeit gewesen:

$$x = \sqrt{5{,}1^2 - 2{,}3^2} = \pm 4{,}''5.$$

In den Monaten Januar und Februar 1891, wo keinerlei äussere Störungen in den Räumen der Variationsapparate und an diesen selbst stattfanden, haben die Herren Leyst und Dubinsky aus acht vollständigen Messungen (jede Woche

eine) mit dem Induktionsinklinatorium als Normalstand der Lloyd'schen Waage für direkte Ablesung den Werth:

$$4{,}69820^{1)} \pm 0{,}00025$$

erhalten. Dieser Unsicherheit ± 0,00025 im Normalstand entspricht aber eine solche für die Inklination von ± 3″,4 und daraus folgt entsprechend wie oben als Fehler einer Messung der Inklination mit dem Induktionsinklinatorium:

$$\pm 2'',5\,.$$

Die Bestimmung der Inklination kann somit jetzt mit mindestens derselben absoluten Genauigkeit wie diejenige der Deklination ausgeführt werden.

Selbstthätige Quecksilberluftpumpe.

Von
Dr. August Raps in Berlin.

Die Bestrebungen, Vorrichtungen aufzufinden, welche den selbstthätigen Betrieb von Quecksilberluftpumpen gestatten, reichen schon ein Jahrzehnt zurück; namentlich sind die sinnreichen Apparate von Schuller[2]) und Stearn[3]) hervorzuheben. Trotzdem nun solche Vorrichtungen bei der ausgedehnten Anwendung der Quecksilberluftpumpe in der Wissenschaft wie in der Technik sehr wichtig und vortheilhaft wären, sind dieselben weder sehr bekannt noch angewendet worden. Der Grund hierfür kann nur darin gesucht werden, dass denselben entweder die nöthige Einfachheit oder die Zuverlässigkeit mangelt, ohne welche die Vortheile eines automatischen Betriebes von Quecksilberluftpumpen sehr fraglich erscheinen dürften.

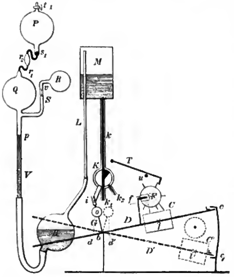


Fig. 1.

Es soll nun in Folgendem eine Vorrichtung zum vollständig sicheren, selbstthätigen Betrieb von Quecksilberluftpumpen beschrieben werden, sowie die Form der dabei verwendeten Glaspumpe, welche bei möglichster Einfachheit die höchsten bis jetzt bekannten Verdünnungen zu erreichen gestattet.

Die schematische Zeichnung[4]) (Fig. 1) stellt die selbstthätige Vorrichtung in Verbindung mit einer Quecksilberluftpumpe verbesserter Töpler'scher Konstruktion dar. Die Glaskugel H ist durch biegsame Schläuche einerseits mit der Pumpe Q, andererseits mittels des

[1]) Dieser Werth ist ein anderer als im Jahr 1890, da am 31. Dezember 1890 eine Umjustirung der Lloyd'schen Waage stattgefunden hat.

[2]) Schuller, *Wiedemann's Annalen 1881. XIII. S. 528.*

[3]) Stearn, *Patentschrift Nr. 20999. (1882.)*

[4]) Die richtigen Grössenverhältnisse sind der besseren Uebersichtlichkeit halber in Fig. 1 nicht eingehalten worden.

Luftrohres L mit dem Luftkompressor M verbunden. In den Boden des Luftkompressors mündet das Wasserrohr k ein, welches mittels eines eigenthümlich konstruirten Dreiwegehahnes K entweder mit der Druckwasserleitung k_1 (Hahnstellung Fig. 1) oder dem Abflussrohr k_2 (Hahnstellung Fig. 1a) verbunden werden kann.

Lässt man nun in der Hahnstellung Fig. 1 durch $k_1 K$ und k Druckwasser nach M eintreten, so wird die in M befindliche Luft zusammengepresst. Diese drückt ihrerseits durch das Rohr L auf das in H befindliche Quecksilber und treibt dasselbe in die Pumpe Q. Sobald das Quecksilber hinreichend hoch gestiegen ist und der Hahn K in die Stellung Fig. 1a gebracht wird, drückt die zusammengepresste Luft das Wasser durch k, K und k_2 hinaus und das Quecksilber fällt durch seine eigene Schwere aus der Pumpe Q in die Kugel H zurück.

Die Umstellung des Dreiwegehahnes und somit der selbstthätige Betrieb der Pumpe wird in folgender Weise bewirkt.

Die Kugel H ist auf einem Rahmen D gelagert, welcher sich um die Axe b dreht und dessen Bewegung durch die Anschläge c und c_1 begrenzt wird. An dem Rahmen, unweit der Axe, ist ein aufgeschlitzter Hebel G befestigt, welcher durch den Stift i mit dem Hahnküken verbunden ist und so bei einer Umstellung der Wippe D den Hahn ebenfalls umdreht. Das Verhältniss der Hebelarme ist so gewählt, dass der Dreiwegehahn die Stellung Fig. 1 bezw. Fig. 1a einnimmt, wenn die Wippe sich in ihren Endlagen an den Anschlag c bezw. c_1 anlegt. Wird nun bei der in Fig. 1 gezeichneten Stellung die Pumpe in Thätigkeit gesetzt, so wird die linke Seite der Wippe D in dem Maasse leichter, als Quecksilber aus der Kugel H in die Pumpe gepresst wird, bis schliesslich das auf der rechten Seite befindliche Gewicht C überwiegt und die Wippe sich in die in Fig. 1 mit D' bezeichnete (gestrichelte) Lage umstellt. Dadurch wird der Dreiwegehahn in die Stellung Fig. 1a umgelegt.



Fig. 1a.

Nunmehr ist, wie oben beschrieben, der Wasserzufluss abgeschnitten, das in M befindliche Wasser fliesst durch k_2 aus und das Quecksilber strömt aus der Pumpe Q in die Kugel H zurück.

Bei der Umstellung der Wippe in die Lage D' ist das Laufgewicht C auf seiner schiefen Ebene nach der rechten Seite bis zu einem Anschlage e gefallen, so dass es jetzt an dem Hebelarm bl' wirkt. Dieses Moment ist so bemessen, dass das Quecksilber in der Pumpe bis zum Punkte p gefallen und in die Kugel H zurückgeströmt sein muss, ehe dieselbe wieder Uebergewicht erhält und die Wippe zurückstellt. Alsdann gleitet das Gewicht C wieder nach links, bis es sich gegen seinen linken Anschlag anlegt und das Spiel der Pumpe beginnt von Neuem. Es ist leicht ersichtlich, dass die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber in der Pumpe aufsteigt, bei gleicher Masse des Laufgewichtes nur von dessen Endlagen abhängt und daher das Einjustiren der Steighöhe bis auf einen Zentimeter leicht und sicher erfolgen kann.

Für das richtige Funktioniren der Pumpe ist es unerlässliche Bedingung, dass sich die Wippe D und alle damit verbundenen Massen in labilem Gleichgewicht befinden, weil dieselbe sonst leicht in einer mittleren Stellung stehen bleiben und das Weiterarbeiten verhindern könnte. Es ist daher ein zweites Gewicht o über der Wippe angebracht und fest mit derselben verbunden. Dieses feste Gewicht kann in gewissem Sinne auch als Laufgewicht aufgefasst werden, welches sich bei der Umstellung der Wippe von d nach d' bewegt und so die

geringen, noch vorhandenen Reibnngwiderstände leichter überwinden hilft. Die Kräfte, welche an den Hebelenden wirken, sind relativ grosse, so dass eine etwaige Reibnng in den Lagern oder im Hahn nicht sehr in's Gewicht fällt.

Selbstverständlich kann jede hahnlose Quecksilberlnftpumpe mit der eben beschriebenen Vorrichtung betrieben werden. Es hat sich aber ganz besonders die ebenfalls in Fig. 1 schematisch gezeichnete Töpler'sche Pumpe verbesserter Konstruktion bewährt. Dieselbe arbeitet im selbthätigen Betriebe folgendermaassen:[1])

Wird der Hahn t_1 mit einer Lnftpumpe (z. B. Wasserluftpumpe) verbnnden, so wird die Pumpenkngel Q nnd durch das Rohr S der zn evaknirende Ranm R (bis anf die Spannkraft des Wasserdampfes z. B.) leergepnmpt. Das Quecksilber steigt dann in dem Rohre V fast bis zur Barometerhöhe über sein Niveau in der Kugel H. Setzt man dann die selbthätige Vorrichtung in Gang, so dringt das Quecksilber in die Kngel Q und die Röhre S, die Verbindung mit R aufhebend.[2]) Während nun das Quecksilber am weiteren Aufsteigen im Rohre S dnrch ein Glasventil v verhindert wird, erfüllt es durch das erste V-Rohr r_1 hindnrch das kleine Gefäss r_2[3]) und steigt, die in Q vorher abgeschlossene Lnft vor sich hertreibend, durch s_1 in die Kngel P. In diesem Angenblick ist soviel Qnecksilber aus der Kugel H in die Pumpe Q getrieben, dass sich die Wippe umstellt; das Qnecksilber fliesst aus Q nach H zurück und bildet in r_2 und Q Vakna, da die in den Schenkelröhren r_1 und s_1 znrückbleibenden kleinen Quecksilberfäden Abschlussventile bilden. Sobald das Quecksilber nnter die Einmündungsstelle von S in E gefallen ist, gleicht sich der Drnck in R nnd Q aus, indem die dichtere Lnft durch S nach Q strömt. Die Zeit, innerhalb welcher Q mit R in Verbindung steht, lässt sich durch Verstellen des rechten Anschlages vom Lanfgewicht beliebig festsetzen. Alsdann ändert die Wippe wieder ihre Stellnng, das Qnecksilber steigt in V u. s. f. Hat die Pumpe anf diese Weise einige Züge gemacht nnd die grössten Lnftmassen weggeschafft, so klappt man einen Hebel T herunter, so dass er sich gegen den Anschlag u anlegt. Jetzt wird das mit sechs Stiften versehene Rad F jedesmal um einen Zahn weiter gedreht, wenn das Gewicht C von links nach rechts gleitet und es legt sich nunmehr der Anschlagstift f, welcher bei hochgeklapptem Hebel jedesmal in eine Aussparung im Stiftenrade einfiel (siehe Fig. 1), während fünf Pumpenzügen gegen die Peripherie des Rades an nnd fällt erst beim sechsten Hube in den Einschnitt ein. Da nnn das Quecksilber um so weniger hoch in der Pnmpe anfsteigt, je grösser das Moment des Gegengewichtes in seiner linken Endlage ist, so wird, bei passender Stellnng der Anschläge nnd des Anschlagstiftes f, dasselbe beim Hochsteigen fünfmal bis in den kleinen Raum r_2 nnd erst beim sechsten Male in die Kngel P getrieben. Es werden in Folge dessen die kleinen Luftblasen in dem sehr hoch evakuirten Ranm r akkumnlirt, in welchem sie des geringen zu überwindenden Gegendruckes halber willig anfsteigen, nnd können dann, zn grösseren Blasen vereinigt, den etwas höheren Gegendrnck der Quecksilbersäule s_1 leicht überwindend, in die Kugel P anfsteigen.

[1]) Der leichteren Uebersichtlichkeit halber werden auch die mit der alten Töpler'schen Pumpe gemeinsamen Momente kurz erwähnt.

[2]) Das Neesen-Hagen'sche (*Wiedemann's Annalen 12. S. 425. 1881.*) Verbindungsrohr ist bei dieser Konstruktion vollständig entbehrlich.

[3]) Schon von Neesen (*diese Zeitschr. 1883 S. 245*) und Schuller (*a. a. O.*) angewandt.

Alle diese Manipulationen werden von der Vorrichtung ganz selbstthätig ausgeführt.

Zu derselben Zeit, in welcher das Zahnrad in Wirksamkeit getreten ist (d. h. wenn die von der Pumpe herausgeschaffte Luftmenge genügend abgenommen hat), sperrt man das Gefäss P durch den Hahn t_1 von der Wasserluftpumpe gänzlich ab und setzt diese ausser Thätigkeit. Ein weiteres Absaugen der nun noch eintretenden kleinen Luftblasen, welche den Druck der in dem grossen Volumen P enthaltenen Luft nicht merklich vermehren, ist dann überhaupt nicht mehr nothwendig. Bei den Pumpen von Schuller und Neesen werden die Luftblasen zuletzt auch in ein Vakuum geschafft. Dies wird jedoch nur durch Anwendung komplizirter, leicht zerbrechlicher Ventile erreicht; ausserdem muss

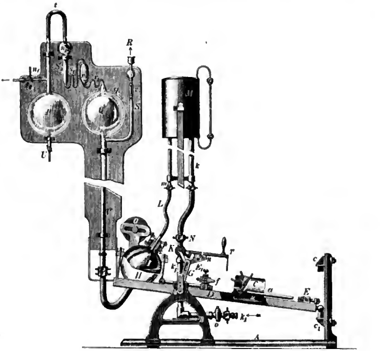


Fig. 2.

die Hilfspumpe fortwährend arbeiten oder es ist ein häufiges Oeffnen des Absperrhahnes erforderlich. Von einem weiteren, wesentlichen Vortheile der zuletzt beschriebenen Anordnung soll noch weiter unten die Rede sein.

Selbstverständlich hängt das gute Arbeiten und die Betriebssicherheit der eben beschriebenen Pumpe wesentlich von der richtigen konstruktiven Durchführung ab. Sehr gut hat sich die in Fig. 2 dargestellte Ausführung bewährt (Seitenansicht, theilweise aufgeschnitten).

Auf dem eisernen Rahmen A erhebt sich der Bock B, welcher zwischen zwei Spitzenschrauben b (mit Gegenmuttern) den beweglichen Rahmen D (aus ⊥-Eisen) trägt. Die Bewegung des Rahmens D ist durch zwei Gummipuffer cc_1

begrenzt, welche sich durch zwei Stellschrauben in senkrechter Richtung so lange verschieben lassen, bis das Laufgewicht C auf seiner schiefen Ebene einen sicheren, sanften Gang erhält. Alsdann ist das Verhältniss des Hebels G und desjenigen am Dreiwegehahn so zu bemessen, dass der Hahn die in Fig. 1 bezw. 1a angegebene Stellung einnimmt, wenn die Wippe sich in ihren Endlagen befindet.

Das Laufgewicht C gleitet mittels dreier Rundstifte aa_1 auf zwei Stäben aus Vierkantstahl, welche hochkant stehen (siehe Fig. 2b, Vorderansicht des Laufgewichtes).

Den Lauf des Gewichtes begrenzen zwei verstellbare Anschläge EE_1 mit Gummipuffern.

An dem Anschlage E befindet sich ein kleines Spiralfederhaus mit einem Puffer f aus hartem Holze. Dieser Puffer legt sich gegen den Umfang des Stiftenrades F an, wenn er nicht in die Aussparung im Rade F einfällt. Wie aus dem ersten Theile der Beschreibung schon folgt, wird durch den Anschlag E_1 die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber in dem Rohre S_1 aufsteigt, durch den Puffer f die Steighöhe im kleineren Raume r_3 und schliesslich durch E die Zeit regulirt, innerhalb welcher die Pumpenkugel Q durch S mit dem zu evakuirenden Raum R in Verbindung steht.

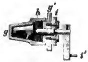


Fig. 2a.

Am Rahmen D ist das Gewicht O befestigt und kann verschoben werden, wodurch ein rohes Einreguliren leicht erfolgen kann. Die Quecksilberkugel H liegt in einem Holzlager und wird, in Leder oder Filz wohl eingebettet, durch ein passend ausgeschnittenes Brett in schiefer Lage festgehalten.

Die schiefe Lage des Ausströmungsrohres verhindert nämlich die Bildung eines Wirbels, welcher leicht feuchte Luft aus der Kugel H in die Pumpe schaffen kann. Ausser dieser Vorsichtsmaassregel wird noch durch folgende Einrichtung das Quecksilber in H von der mit Wasserdampf gesättigten Luft im Kompressor M gänzlich abgeschlossen und daher das Eindringen von feuchter Luft in die Pumpe unmöglich gemacht.

Durch die obere, mit einem Gummipfropfen verschlossene Oeffnung der Kugel H ist ein Glasrohr luftdicht eingeführt (die nähere Ausführung ist aus der Zeichnung ersichtlich), welches oben mit dem biegsamen Schlauche L, unten mit einem Gummibeutel J verschlossen ist. Strömt nun durch L Luft in diesen Beutel ein, so dehnt er sich aus und drückt seinerseits die in H enthaltene, völlig trockene Luft zusammen. Hierdurch wird ein Eindringen von feuchter Luft in die Pumpe gänzlich vermieden.



Fig. 2b.

Besondere Sorgfalt ist auch den biegsamen Schläuchen zugewandt worden. Dieselben bestehen aus schwarzem Gummi (sehr vortheilhaft für das Quecksilber!), welche mit einer dreifachen Lage von Eisengarn umsponnen sind. Verschraubungen aus Schmiedeeisen bezw. Messing stellen die Verbindung in sehr bequemer Weise her. Derartige Schläuche haben sich sehr gut bewährt.

Der Luftkompressor M ist mit einem Wasserstandsglase versehen, welches den Wasserstand in M zu erkennen gestattet. Sollte bei längerem Arbeiten der Pumpe die in dem Luftkompressor und der Gummiblase enthaltene Luft durch geringe Undichtigkeiten theilweise entwichen und daher ein Uebersteigen des Wassers in M zu befürchten sein, so braucht man bloss die Verschraubung m zu lösen und das in M befindliche Wasser durch Umkippen der Wippe D ablaufen zu lassen.

Der Dreiwegehahn ist in Fig. 2a in vergrössertem Maassstabe, durchschnitten, gezeichnet. Um einen sehr leichten Gang und zugleich eine vollständige Abdichtung gegen einen Wasserdruck von mehreren Atmosphären zu erhalten, ist ein Stopfbüchsenhahn mit entlastetem Küken (aus Rothguss) verwendet. Derselbe ist nach allen Seiten hin geschlossen, so dass ein Undichtwerden nicht zu befürchten ist. Die auf einem Vorsprung des Hahnkörpers aufgelegte Scheibe h verhindert, dass der Hahnkonus beim Zusammenpressen der Verpackung durch die Schraube g gleichzeitig hineingedrückt wird, wodurch ein leichter Gang unmöglich gemacht würde. Durch eine zweite vor g befindliche Scheibe, welche sich an einen Vorsprung der Hahnaxe anlegt und durch drei Schrauben angezogen wird, ist ein sanftes Eindrücken des Hahnkonus, unabhängig von der Verpackungsschraube g, erreicht.

Die Zuleitung des Druckwassers zum Dreiwegehahn K findet durch ein Knierohr k_1 statt, welches unten der Kontrolhahn o trägt. Dieser wird ein für allemal für einen bestimmten Wasserdruck richtig eingestellt, so dass ein Zertrümmern der Pumpe vollständig ausgeschlossen wird, wie man auch den Wasserhahn öffnen mag, mit welchem der Hahn o durch einen Schlauch verbunden ist.

Man kann das Quecksilber in dieser Pumpe ziemlich schnell steigen lassen, ohne ein Zertrümmern derselben befürchten zu müssen. Denn das Quecksilber hält bei richtiger Stellung des Kontrolhahnes o von selbst an, ehe es das Kapillarrohr am oberen Ende der grossen Pumpenkugel erreicht und passirt dann ganz langsam und sanft die kritische Stelle. Das Quecksilber stürzt nämlich in die (nicht unter 2 *cm* hohe) Verengung q an dem oberen Theile der Kugel Q in Folge seiner lebendigen Kraft weiter hinein und die ganze Quecksilbersäule in der Pumpe wird ein wenig höher, als dem augenblicklich vorhandenen Drucke im Luftkompressor zukommt. Es findet alsdann ein Anhalten des Quecksilbers statt, bis das durch den Kontralhahn langsam eintretende Wasser den entsprechenden Druck hergestellt hat.

Auch bei der Anordnung der Glaspumpe selbst sind einige Einzelheiten wesentlich.

Der kleine Akkumulator r_2 ist durch ein doppelt gebogenes Kapillarrohr r_1 (nach Neesen's Vorgang) mit der Kugel Q verbunden. Eine derartige Biegung des Kapillarrohres ist nöthig, weil das Quecksilber wegen seiner sehr grossen Kohäsion aus einem einfach gebogenen Rohre leicht herausläuft und so die Bildung eines Ventiles verhindert. r_2 seinerseits ist durch ein gebogenes (siehe Fig. 2) Rohr s_1 mit dem Kugelrohr S_1 verbunden. Die Kapillarröhren münden trichterförmig in die weiten Röhren ein, wodurch, wie schon Bessel-Hagen richtig bemerkt, das Aufsteigen der kleinen Luftbläschen wesentlich gefördert wird. Bei richtig eingestellter Pumpe muss das Quecksilber jedes sechste Mal in dem Rohr S_1 bis zur Kugelerweiterung aufsteigen. Dann wird ein regelmässiges Abreissen des Quecksilberfadens in s_1 erzielt.

Auch die Form des Quecksilberfingers n ist zu beachten, welcher (manchen anderen versuchten Formen gegenüber) ein Ueberspritzen von Quecksilber in die Kugel P vollständig verhindert.

Die Kugel P ist durch dickwandigen rothen Gummischlauch t mit S_1 verbunden. Eine derartige sehr elastische Verbindung war geboten, weil die schwere Kugel P bei direktem Anschmelzen, trotz noch so sorgfältiger Einlagerung, Spannungen verursacht, welche die Haltbarkeit der Pumpe sehr beeinträchtigen.

Die Schlauchverbindung t braucht bloss so dicht zu halten, dass ein Ablaufen des Quecksilberventils in s_1 nicht zu befürchten ist; die Pumpe selbst ist ja durch Quecksilberventile vollkommen abgeschlossen. An das Rohr S werden mit Schliffen (Quecksilberdichtung) die zu evakuirenden Räume R nebst Trockenapparaten angesetzt.

Die hier gezeichnete Anordnung lässt ein bequemes Messen der Verdünnung zu, indem in dem Kapillarrohre s_1 leicht Volumen und Druck der austretenden Luftblase gemessen werden kann.

An die Kugel P ist ein Dreiwegehahn t_1 und ein gewöhnlicher Hahn U in den gezeichneten Lagen angeschmolzen. An t_1 wird die Wasserluftpumpe angesetzt. Beim Abstellen derselben ist durch den Dreiwegehahn zuerst die Kugel P abzusperren und dann durch n Luft in die Wasserluftpumpe einzulassen, weil sonst leicht Wasser in die Zuleitungsröhren und die Pumpe stürzen kann. Sobald die Kugel P (und damit die ganze Pumpe) durch die Wasserluftpumpe weit genug evakuirt ist, kann, wie oben erwähnt, die Hilfspumpe abgestellt werden. Taucht man alsdann das Rohr u in konzentrirte Schwefelsäure und öffnet den Hahn U, so wird dieselbe in die Kugel P eingesaugt und trocknet letztere vollständig aus. Es ist also das Quecksilber der Pumpe nach beiden Seiten gegen die äussere Atmosphäre vollständig abgeschlossen und nur mit ganz trockener Luft in Berührung, was zur Erreichung sehr grosser Verdünnungen nicht hoch genug angeschlagen werden kann.

Was die Leistungen der Pumpe angeht, so sind mit derselben die allerhöchsten bis jetzt erreichten Verdünnungen sehr rasch und mühelos erzielt worden.

Herr Glasbläser Max Stuhl, Berlin N., Philippstrasse, welcher auch die Versuchspumpen vorzüglich ausführte, hat die Anfertigung derselben übernommen.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität, Weihnachten 1890.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber das reine Platin und einige seiner Legirungen.

Von **W. C. Heraeus** in Hanau.

So leicht es verhältnissmässig ist, aus dem Platinerz ein Metall zu gewinnen, welches sich für die meisten Zwecke der Technik als hinreichend rein erweist, so erhebliche Schwierigkeiten machte es bisher, aus diesem Rohprodukt ein vollkommen reines Platin zu gewinnen. Die Trennung der Platinmetalle von einander ist eine der schwierigsten Aufgaben, welche selbst dem im wissenschaftlichen Laboratorium arbeitenden Chemiker sich bieten. Weit erheblicher sind naturgemäss die Schwierigkeiten, welche sich einer Reindarstellung der Platinmetalle entgegenstellen, sobald es sich darum handelt, dieselben in grösseren Mengen zu gewinnen.

Was zunächst das Platin selbst betrifft, so trat schon häufiger an die Technik die Aufgabe heran, für wissenschaftliche Zwecke ein womöglich absolut reines Metall herzustellen. Im Frühjahr 1890 setzte sich die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg mit mir in Verbindung und ersuchte um Lieferung eines Materiales, welches womöglich das bis dahin reinste Platin an Reinheit noch übertreffen sollte. Die alsbald in meinem Laboratorium angestellten Versuche führten nach kurzer Zeit in zweckentsprechender Weise zum Ziel. Es wurde dem vorgenannten Reichsinstitut ein Platin geliefert, über welches der Bericht über die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bis Ende 1890 (vgl. *diese Zeitschrift 1891 S. 167*) sich in günstigster Weise äusserte.

Die hier nicht näher zu beschreibende Methode der Reinigung ist eine derartige, dass es verhältnissmässig leicht gelingt, in kurzer Zeit viele Kilogramme des reinen Materials herzustellen; dasselbe ist deshalb auch für bestimmte wissenschaftliche Zwecke, für die man seiner benöthigt, ohne Weiteres erhältlich.

Der zum Zwecke des Raffinirens eingeschlagene Weg zeigte sich nun ferner insofern fruchtbringend, als im Verlauf des Prozesses als Zwischenprodukt ein Platin von hoher Reinheit sich ergab, welches mit grösster Leichtigkeit herstellbar ist und deshalb für alle gewerblichen Zwecke Verwendung finden kann, wo ein möglichst reines Platin verlangt wird.

Da es sich zeigte, dass dieses reine Platin in unverfälschter Art die dem Metalle innewohnenden vorzüglichen Eigenschaften besass, die grosse Weichheit desselben es jedoch nicht für alle Zwecke tauglich erscheinen liess, war es mein ferneres Bestreben, zum Legiren ein möglichst reines und ohne Schwierigkeit technisch herzustellendes Iridium zu erhalten. Auch dieses gelang leicht. Ich stelle jetzt ein Iridium dar, welches im geschmolzenen Zustande das spezifische Gewicht 22,35 besitzt und demnach auch seinerseits von hoher Reinheit ist. Dasselbe ist ziemlich spröde und von fein krystallinischem Gefüge, besitzt aber die wichtige Eigenschaft ausserordentlicher Härte (gleich derjenigen blau angelassenen Stahles), ist gegen fast alle chemischen Agentien vollkommen indifferent und nur in der stärksten Hitze des Knallgasgebläses in kleinen Partien schmelzbar. Das Metall kann nach einem besonderen Verfahren zu kleinen Stäbchen geformt werden und dürfte sich für manche Zwecke, namentlich in der Feinmechanik, vortrefflich eignen, da es durch Spalten und Schleifen in die gewünschte Form gebracht und mit anderen Metallen verlöthet werden kann.

Beim Legiren des Platins mit diesem reinen Iridium stellte es sich heraus, dass die gewonnenen Legirungen bei weitem nicht die Sprödigkeit derjenigen zeigten, welche aus gewöhnlichem technischen Material gewonnen werden. In Folge dessen gelingt es, verarbeitbare Legirungen von viel höherem Prozentgehalt an Iridium zu erhalten. Es wurden Legirungen von 60% Platin und 40% Iridium hergestellt und — allerdings nach einem besonderen Verfahren — zu Draht von 0,3 *mm* Stärke verarbeitet. Dieser Draht ist ausserordentlich hart und zähe und ähnelt sehr dem Stahldraht.

Wegen der schätzenswerthen Eigenschaften, welche das reine Material besitzt, wird eine Legirung von oben erwähntem reinem Platin mit 1 bis 2 Prozent reinem Iridium jetzt in meiner Fabrik zur Anfertigung der Tiegel und ähnlicher Gefässe ausschliesslich verwendet, an welche hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gestellt werden.

Für wissenschaftliche Kreise dürfte es ferner von Interesse sein, dass auch Legirungen von reinem Platin und reinem Rhodium hergestellt und zu Draht verarbeitet werden, und zwar bis zu einem Gehalt von 50% Rhodium.

Weiterhin sei noch bemerkt, dass die meisten und komplizirtesten Platinapparate für chemische und physikalische Zwecke in Folge verbesserten Löthverfahrens entweder vollkommen ohne Verwendung eines Löthmittels, oder auch — dort wo eine Löthung mit Platin unthunlich, — unter Zuhilfenahme eines neuen Lothes, dessen Schmelzpunkt nur kaum merklich von dem des Platins abweicht, hergestellt werden.

Endlich weise ich noch darauf hin, dass für Zwecke der chemischen Grossindustrie in letzter Zeit ein Blech fabrizirt wird, welches — äusserlich einer Plattirung ähnlich — aus Platin und Gold kombinirt ist. In Folge des eigenthümlichen Verfahrens bei der Herstellung dieses Bleches ist indessen das Platin mit dem Gold auf der Berührungsfläche vollkommen legirt und deshalb in unbedingt fester Verbindung. Dieses Blech lässt sich auch für Tiegel und Schalen verwenden, und solche Gefässe können deshalb als ein Ersatz für die im Laboratorium zuweilen benutzten Goldtiegel empfohlen werden, da sie eine erheblich grössere mechanische Festigkeit besitzen als letztere. Von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurde ein derartiges Gefäss verschiedenen Proben unterworfen und als zweckentsprechend befunden.

Ich wollte in den vorstehenden kurzen Mittheilungen wesentlich darauf aufmerksam machen, wie wünschenswerth es ist, wenn die reine und technische Wissenschaft behufs Erreichung ihrer Ziele mit der Technik in Verbindung stehen. indem dadurch die beiderseitigen Zwecke gefördert werden.

Ich benutze dabei gern die Gelegenheit, der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg für das überaus freundliche Entgegenkommen, welches sie mir in dieser Hinsicht wiederholt bewiesen hat, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ich meinerseits habe es mir zum Grundsatz gemacht, auf jeden geäusserten Wunsch in allen den Fällen, wo es sich um Platinmetalle handelt, einzugehen und die einschlägigen Versuche in meinem wissenschaftlichen Laboratorium vornehmen zu lassen.

Referate.

Ausstellung von Regen- und Verdunstungsmessern, sowie anderen neuen meteorologischen Instrumenten.

Zwölfte Jahresausstellung der *Royal meteorological Society* in London.
Von William Marriot. *Nature* **43.** *S. 446.* (*1891.*)

Die diesjährige Ausstellung der *Royal British Meteorological Society* war den Regen- und Verdunstungsmessern gewidmet, sowie denjenigen neuen Instrumenten anderer Art, welche seit der letzten Ausstellung konstruirt worden sind. Man möchte zunächst glauben, dass eine Ausstellung von Regenmessern eine sehr unbedeutende Sache wäre und ohne jedes Interesse für den Nicht-Meteorologen. Die grosse Sammlung von verschiedenen Formen dieses einfachen Instrumentes lud indess zu interessanten Vergleichungen ein. Die Zahl der Regenmesserformen war 56, und es erscheint schon interessant, die alten Modelle mit den neuen zu vergleichen.

Regenmesser mit Wasserstandrohr (*Side-tube rain gauges*) waren in verschiedenen Grössen ausgestellt. Bei dieser Form tropft das Regenwasser aus dem Trichter herab in ein vertikales zylindrisches Gefäss mit Wasserstandrohr, und da beider Querschnitt viel kleiner ist als die Auffangfläche, so erscheint die natürliche Regenhöhe bedeutend vergrössert (etwa auf das zehnfache) und kann nun mit genügender Genauigkeit abgelesen werden. (Im Grunde ist es dasselbe, als ob man das Wasser aus dem Auffangtrichter direkt in das durchsichtige Messglas ablaufen lässt.) Einzuwenden ist gegen diese Form, dass das Glasrohr durch Frost zerstört werden kann.

Die Firma Negretti & Zambra stellte einen Regenmesser mit Kupferschwimmer aus. Indem auch hier der untere zylindrische Theil des Apparates gegen die Auffangfläche verkleinert ist, bewegt sich der Schwimmer durch eine Höhe, welche das Achtfache der Regenhöhe beträgt.

Mr. Symons hatte Fleming's Regenmesser ausgestellt, welcher früher in Schottland viel angewandt wurde. Es ist ein sehr kleines Modell mit Schwimmer.

Howard's Regenmesser war in verschiedenen Modifikationen vertreten. Dieses von Luke Howard erdachte Modell ist von ihm abgebildet in der ersten Ausgabe seines „*Klima von London*“ (*1818*). Es besteht einfach aus einem Trichter von 5 *Zoll* Durchmesser, mit langer Tülle, welche in eine Glasflasche eingesetzt ist. Indem der Querschnitt des Messglases nur etwa $^1/_{11}$ von demjenigen des Trichters betrug, war eine ziemlich genaue Messung ermöglicht. 1850 wurde die Glasflasche durch einen Steinkrug ersetzt, um das häufige Zerbrechen zu vermeiden. — Mr. Trehy's Modifikation des ursprünglichen Howard'schen Modells bestand darin, dass er auf der Glasflasche eine rohe Theilung anbrachte. — Mr. Symons suchte die Glasflasche gegen mechanische Verletzungen dadurch zu schützen, dass er sie in einen Metallzylinder steckte, welcher für die Beobachtung mit zwei Schlitzen versehen war.

Glaisher's Regenmesser, von 8 *Zoll* Durchmesser, hat einen konischen Rand und ein gekrümmtes Abflussröhrchen, welches bestimmt war, die letzten Tropfen zurückzuhalten und auf diese Weise fürs Erste einen Verschluss gegen die Verdunstung des angesammelten Regenwassers zu bilden. Diese Krümmung wurde indessen später beseitigt, weil in Folge derselben häufig Verstopfungen durch Blätter u. dergl. vorkamen.

Im Herbst 1864 unternahm es der verstorbene Major Mathew, die Gegend um Snowdon mit einer Anzahl von Regenmessern auszurüsten. Mr. Symons verschaffte ihm dieselben; sie hatten 5 *Zoll* Durchmesser und waren mit Zylindern versehen, welche sich vom Rande des konischen Trichters aus vertikal 4 *Zoll* hoch erhoben. Dieser Snowdon-Rand verdrängte nach und nach alle anderen Formen, weil er bei Schneefall sehr zweckmässig ist. Ein in Kupfer ausgeführter Regenmesser dieser Art ist nahezu unzerstörbar; auch kann der Frost keinen Schaden anrichten, weil zwei Gefässe (ein gläsernes und ein kupfernes) zerspringen müssten, ehe Wasser verloren gehen könnte. — Exemplare dieses Modelles, Symons's Snowdon, waren in Kupfer und galvanisirtem Eisen ausgeführt und ausgestellt.

Der Regenmesser des Meteorologischen Amtes, von 8 *Zoll* Durchmesser, wird gewöhnlich als das beste Instrument betrachtet, wo es auf die Kosten nicht ankommt; er vereinigt die guten Eigenschaften des Glaisher'schen und des Snowdon-Modells; das Material ist Kupfer.

Mehrere Gebirgsregenmesser waren ausgestellt; sie sind für Regenhöhen von 40 bis 50 *Zoll* (etwa 1000 bis 1300 *mm*) eingerichtet, indem darauf gerechnet ist, dass sie nur dann und wann inspizirt werden können.

Mr. Symons produzirt diejenigen Regenmesser, welche vor 25 Jahren von Colonel Ward und Anderen benutzt wurden, um zu untersuchen: 1) den Einfluss der Höhe über dem Erdboden (nicht auf Gebäuden — was schon vorher geschehen war — sondern auf Pfosten); 2) den Einfluss der Auffangfläche innerhalb weiter Grenzen: von 1 bis 24 *Zoll* Durchmesser, mit Einschluss solcher von quadratischer Fläche, zwischen 25 und 100 *Quadratzoll*; 3) den Einfluss des Materials, indem Zinn, Kupfer, Glas, Porzellan und Ebonit zur Verwendung kamen.

Unter den alten Modellen konnte man noch sehen: das von Stevenson, bei welchem der Rand sich im Niveau des Erdbodens befindet und eine Art Bürste denselben umgiebt, um das Hineinspritzen von der Umgebung zu vermeiden; dasjenige von Fritz Roy, den nach seiner Form benannten Kaffeekannen-Regenmesser u. s. w.

Mr. Symons führt ferner noch in zwei Formen seinen Gewitterregenmesser vor, welcher den Beobachter in Stand setzt, bei heftigem Regenfall die kleinsten Einzelheiten desselben festzustellen. Sorgfältig beobachtet, liefert derselbe sehr wichtiges Material für Architekten und Ingenieure. So ergab sich z. B., dass am 23. Juni 1878 zu London 30 Sekunden hindurch die Intensität des Regens 12 *Zoll* (300 *mm*) auf die Stunde betrug.

Der älteste „registrirende" Regenmesser ist wahrscheinlich derjenige von Crosley. Seine Auffangfläche beträgt 100 *Quadratzoll*; das Wasser fliesst aus dem Trichter in eine doppeltheilige Wippe ab, welche nach Aufnahme von 1 *Kubikzoll* (d. h. $^1/_{100}$ *Zoll* Regenhöhe) umkippt und dadurch den Zeiger eines Zählwerks voranschiebt. (Es ist also eigentlich nur die Messung ein wenig bequemer gemacht als bei dem gewöhnlichen Regenmesser, wahrscheinlich aber nicht zum Vortheil der Genauigkeit.) Der selbstregistrirende Regenmesser von Yeates and Son beruht einfach darauf, dass bei jedem Umkippen dieser Wippe ein elektrischer Strom in Thätigkeit gesetzt, und dadurch ein Index um einen Theilstrich vorangeschoben wird. Der Vortheil dieses Instrumentes besteht darin, dass der eigentliche Registrirapparat im Zimmer angebracht werden kann.

Das Kew-Komitee hatte Sutter's registrirenden Regenmesser ausgestellt, welcher auf der Anwendung von 24 Sammelgefässen, jedes für eine Stunde des Tages, beruht; ferner: Beckley's selbthätigen Regenmesser, welcher an den Observatorien des Meteorologischen Amtes in Gebrauch ist. Aus dem Trichter von 100 *Quadratzoll* fliesst das

Wasser ab in ein Aufnahmegefäss, welches auf Quecksilber schwimmt und mit einer Schreibfeder versehen ist, die auf einem rotirenden Zylinder eine Kurve erzeugt. Ist das niedersinkende Gefäss gefüllt, so kommt ein Heber in Thätigkeit und entleert dasselbe schnell, wobei die Schreibfeder sprungweise zum oberen Rande des Zylinders zurückkehrt.

Die Gebrüder Richard hatten zwei von ihren geistreich konstruirten registrirenden Regenmessern eingesandt; derartige Instrumente sollen schon an vielen Stationen des Festlandes und an vier Stationen von Grossbritannien in Thätigkeit sein.

Ferner wurden noch mehrere Regenmesser eingesandt, welche in anderen Ländern eingeführt sind: Von Prof. Mascart derjenige des *Bureau central météorologique* von Frankreich; von Dr. Hellmann das erste und zweite Modell seines Regen- und Schneemessers (wovon das letztere jetzt am Königl. Preussischen Meteorologischen Institute eingeführt ist) sowie seine Vorrichtung, um die Dichtigkeit des Schnees mit Hilfe eines bis zum Boden ausgestochenen Quantums zu bestimmen. Dann waren noch vorhanden: Der Wild'sche Regenmesser, welcher in Russland, und der Nipher'sche mit Schutztrichter versehene Regenmesser, welcher in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angewandt wird.

Es seien dann noch erwähnt: Der Marineregenmesser in Cardani'scher Aufhängung; der von Livingstone angewandte kleine Regenmesser; dann Regenmesser für die Tropen mit einem Sammelgefässe für 40 *Zoll* (etwa 1000 *mm*) Regenhöhe; Colladon's Einrichtung, um die Temperatur des Hagels zu bestimmen; Sidebottom's Regenmesser mit Schneeschmelzung und Mawley's Schneemesser.

Vielleicht der grösste von allen jemals hergestellten Regenmessern ist derjenige, welcher von J. B. Lawes und Dr. J. H. Gilbert auf ihrer Versuchsfarm in Rothamsted angewandt wird; die Auffangfläche beträgt $^1/_{1000}$ von einem *acre* (also ungefähr 50 *Quadratyards*). Zur Aufnahme des Wassers dienen mehrere zylindrische Metallgefäss mit gradnirtem Wasserstandrohr, welche bei stärkerem Regen nach einander zur Verwendung kommen. Einer dieser Zylinder und Zeichnungen der ganzen Anordnung waren ausgestellt. Es giebt dort drei derartige Apparate, um die Menge und Zusammensetzung des Wassers, welches durch bezw. 20, 40 und 60 *Zoll* natürlichen Bodens hindurchgesickert ist, untersuchen zu können.

Von Verdunstungsmessern waren u. A. die von Lamont, Wild, de la Rue, Piche und Babington vertreten. Dr. Black zeigte seinen schwimmenden Regenmesser und Verdampfungsschale zum Gebrauche auf Teichen, Mr. Symons einige aus der Reihe derjenigen Verdunstungsmesser, welche unter der Aufsicht von Mr. Rogers Field vor ungefähr 20 Jahren bei Versuchen in Strathfield Turgiss angewandt wurden, nämlich die von Fletcher, Watson, Miller und Casella, sowie die Field'sche Vorrichtung, um die Höhe des Wassers festzustellen, welches aus einem quadratischen Becken von 6 *Fuss* Seitenlänge und 2 *Fuss* Tiefe verdunstet. Letzteres war der Normalapparat, mit welchem die vorerwähnten und einige andere verglichen wurden. — Die *Cambridge Scientific Instrument Company* stellte einen selbstregistrirenden Verdunstungsmesser aus, welcher bei wachsenden Pflanzen in einem botanischen Laboratorium angewandt werden soll; auch Richard Frères haben einen ähnlichen Apparat gesandt.

Von sonstigen neuen Instrumenten seien erwähnt: Richard Frères' Statoskope und Anemokinemograph (vergl. *diese Zeitschr. 1890. S. 147*); von Mr. Clayden eine kleine und grosse Kamera für meteorologische Lichtbildaufnahmen, wobei eine einfache Methode der Verwendung eines schwarzen Spiegels demonstrirt wird. — Das Kew-Komitee stellte eine Vorrichtung von General Strachey und Mr. Whipple aus, um die Wolkenaufnahmen behufs Feststellung der Höhe und des Zuges der Wolken auszumessen.

Die Ausstellung umfasste noch eine grosse Zahl von Photographien meteorologischer Objekte, sowie Karten und Zeichnungen zur Veranschaulichung der Vertheilung des Regenfalles über verschiedene Theile der Erde. *Sp.*

Liquoskop, Instrument zum optischen Vergleich durchsichtiger Flüssigkeiten.
Von Klas Sondén in Stockholm. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***30.*** *S. 196.* *(1891.)*

Das Instrument ist eine Art Differenzrefraktometer allereinfachster Konstruktion. Die beiden zur Aufnahme der zu vergleichenden Flüssigkeiten bestimmten Hohlprismen sind durch eine Scheidewand senkrecht zur brechenden Kante von einander getrennt. Das Ganze ist in ein mit Glyzerin gefülltes Gefäss eingesetzt, welches mittels ebener Glasplatten eine Durchsicht in horizontaler Richtung gestattet. Die durch die Flüssigkeitsprismen hervorgerufene Ablenkung der Lichtstrahlen wird somit wieder kompensirt, so dass man durch den Apparat wie durch ein Gefäss mit annähernd planparallelen Wänden hindurchsehen kann. So lange nun die beiden Flüssigkeiten die gleiche optische Wirkung ausüben, erscheint eine in der Ferne anvisirte Marke (auf das Fenster aufgeklebter schwarzer Papierstreifen, oder die Fensterscheibe selbst) als gerade zusammenhängende Linie, deren Hälften aber gegeneinander verschoben erscheinen, sobald sich die Flüssigkeiten in ihrem Lichtbrechungsvermögen unterscheiden. Die Stärke der Verschiebung ist angenähert proportional diesem Unterschiede, dessen positiver oder negativer Charakter aus dem Sinne der Verschiebung erkennbar ist. Der Verf. empfiehlt die Anwendung seines Apparates zu chemischen Zwecken, insbesondere zum Vergleich und zur Prüfung von Fetten und Oelen, zur Analyse des Glyzerins u. s. w., und zum Nachweis von Margarin in Butter. Die Möglichkeit der refraktometrischen Untersuchung von Butter beispielsweise fusst auf der Erfahrung, dass im Gegensatz zu allen echten Butterfetten Margarin eine starke Erniedrigung des Brechungsindex bewirkt. — Der Preis des Instrumentes beträgt etwa 11 Mark; dasselbe kann durch den Verf. bezogen werden.

(Ueber ein zu quantitativen Messungen eingerichtetes, bisher unveröffentlicht gebliebenes Differentialrefraktometer von Prof. Abbe soll in einer der nächsten Nummern dieser Zeitschrift berichtet werden. Alle Instrumente dieser Art haben vor jeder direkten Bestimmung des Brechungsindex den grossen Vorzug der Unabhängigkeit der Messung gegen Temperaturschwankungen.) *Pr.*

Neu erschienene Bücher.

Die Spektralanalyse der Gestirne. Von Dr J. Scheiner. Mit einem Vorworte von Prof. H. C. Vogel. 2 Spektraltafeln in Heliogravüre und 74 Textfiguren. Leipzig, E. Engelmann. M. 16,00.

Eine neue vom Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam veröffentlichte Arbeit wird stets mit gespannter Erwartung zur Hand genommen, denn man ist gewöhnt, hochinteressante Neuheiten darin zu finden. Obige Arbeit gehört nicht zu den eigentlich offiziellen Publikationen des Observatoriums zu Potsdam, trägt aber überall deutliche Spuren von den dort ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen und von den daselbst erdachten neuen Untersuchungsmethoden und Instrumenten. Schon darin liegt ein Grund, weshalb Dr. Scheiner's Buch einen grossen Werth hat; noch mehr ist sein Werth aber darin zu suchen, dass es eine bisher schmerzlich gefühlte Lücke ausfüllt.

Während der 30 Jahre, seit die Spektralanalyse in die Wissenschaft eingeführt ist, sind die mit ihrer Hilfe ausgeführten Untersuchungen so zahlreich geworden und der Gebiete, wo dieselbe mit Vortheil angewandt wurde, so viele, dass es nunmehr unmöglich wäre, in einem Handbuche alles Dahingehörige zu vereinigen, es wäre denn, dass man sich entschlösse, einer allgemeinen Behandlungsweise zu Liebe die Gründlichkeit zu opfern, oder jedenfalls nur gewisse Gebiete einigermaassen vollständig zu behandeln, die übrigen aber nur zu skizziren. Besonders macht die Spektralanalyse der Gestirne unbedingten Anspruch auf ein Werk für sich allein, denn dieselbe ist so mit der Astrophysik verweht, dass es fast unmöglich wäre, dieselbe zu behandeln ohne eingehende Darstellung einiger Theile dieser schon sehr umfassenden Wissenschaft.

In der That ist Dr. Scheiner's Buch als erster Theil eines umfassenden Werkes über die Astrophysik gedacht, von welchem zu hoffen wäre, dass auch die anderen Theile bald in ebenso tüchtiger Weise bearbeitet würden. Es wäre indessen ganz unrichtig, dasselbe nur als ein Fragment zu betrachten; auch ohne die anderen Theile ist es ein ganz selbständiges Werk.

Das Buch zerfällt in drei Theile, welchen als vierter Theil mehrere Tabellen und ein Literaturverzeichniss beigefügt sind.

Der erste Theil beschäftigt sich mit den Spektralapparaten im Allgemeinen und besonders den in der Astronomie verwendeten. Nach einer Darstellung der Theorie der einfachen und zusammengesetzten Prismen, der Zylinderlinse, sowie des Einflusses der Luftunruhe auf die Spektralbeobachtungen, bespricht der Verf. das Objektivprisma, die Okularspektroskope, die Spektrometer, die zusammengesetzten Stern- und Protuberanzspektroskope sowie die Apparate zur photographischen Aufnahme der Spektra der Himmelskörper. In jedem von diesen Abschnitten behandelt der Verf. sowohl die Theorie wie die Methoden zur praktischen Anwendung der verschiedenen Apparate, wobei deren Vortheile und Nachtheile hervorgehoben werden. Wie zu erwarten, wird den zusammengesetzten Sternspektroskopen der grössere Theil dieses Abschnittes gewidmet, und das dort Mitgetheilte giebt mehrfach von dem erfinderischen Geiste der Astronomen zu Potsdam Zeugniss.

Der zweite Theil beschäftigt sich mit einer Darstellung der wichtigsten spektroskopischen Theorien; er behandelt das Kirchhoff'sche Gesetz und das Doppler'sche Prinzip. Jenes wird wörtlich so wiedergegeben, wie es von Kirchhoff selbst veröffentlicht wurde, für dieses hebt der Verf. vorzugsweise den von Ketteler gegebenen Beweis hervor.

Der dritte und umfassendste Theil enthält die Ergebnisse spektralanalytischer Untersuchungen an Himmelskörpern. Der Verf. beschäftigt sich hier in der Folge mit den Spektren der Sonne im Allgemeinen, mit denen der Sonnenflecken, der Chromosphäre und der Protuberanzen, der Korona, der Planeten und des Mondes, der Kometen, der Nebelflecke, der Fixsterne, des Nord- und Zodiakallichtes, und endlich mit den experimentellen Bestätigungen des Doppler'schen Prinzips. Es würde die Grenzen eines Referates in dieser Zeitschrift weit übersteigen, wollte man den Inhalt aller dieser Abschnitte besprechen; es muss genügen, einige allgemeine Urtheile über das Ganze zu fällen.

Referent ist der Ansicht, und er glaubt, dass dieselbe von jedem Sachverständigen getheilt wird, dass dieser Theil sich in würdiger Weise den anderen anschliesst. Der Verf. hat sich offenbar bestrebt, sein Werk auf die Höhe der jetzigen Wissenschaft zu bringen, und er hat dieses Ziel in gewissenhafter Weise verfolgt. Alle wichtigeren Untersuchungen sind berücksichtigt worden, und bei deren Darstellung hat Verf. durch sorgfältige Hinweisungen auf die Stellen in Büchern und Zeitschriften, wo dieselben veröffentlicht sind, den Leser in den Stand gesetzt, die Richtigkeit seiner Darstellungen zu prüfen. Dr. Scheiner's Werk ist daher schon als Nachschlagebuch sehr werthvoll. Noch mehr ist aber dies der Fall in Bezug auf die in demselben enthaltenen Urtheile über die Resultate der die Natur der Himmelskörper betreffenden spektroskopischen Untersuchungen und man kann in dieser Hinsicht gewissermaassen das Werk als ein Handbuch der Astrophysik betrachten, allerdings keineswegs als ein vollständiges, da in Folge der für den vorliegenden Band beabsichtigten Beschränkung auf die Resultate der teleskopischen, photographischen, photometrischen Untersuchungen keine oder nur eine höchst oberflächliche Rücksicht genommen worden sollte. Der Umstand, dass aus diesen einseitigen Untersuchungen doch so viele wichtige Resultate gezogen werden konnten, beweist zur Genüge die hervorragende Bedeutung der Spektralanalyse für die Astrophysik. In dieser Darstellung hat der Verf. in höchst verdienstlicher Weise das grosse Material gesichtet; überall ist er bestrebt gewesen, das Beste zu finden. Mit Entschiedenheit und kritischer Schärfe tritt er auf gegen Theorien, die, wenngleich von berühmten Namen getragen, dennoch nicht als wissenschaftlich begründet zu betrachten sind. In dieser Hinsicht hebt

Ref. die Kritik hervor, welcher der Verf. die eigenthümliche Lockyer'sche Meteorhypothese unterworfen hat. Diese Kritik ist um so mehr am Platze, als die Lockyer-sche Hypothese schon mehrere Anhänger gefunden hat.

In einem Werke, das wie das vorliegende sich auf keinen Vorgänger stützen kann, wäre es kaum möglich, Irrthümer ganz zu vermeiden. Ref. hat auch — abgesehen von einigen das Verständniss störenden Druckfehlern — einen solchen gefunden, welchen er hier anführt, um womöglich vorzubeugen, dass derselbe sich in populären Büchern verbreite. Verf. sagt S. 244, dass nach der Bredichin'schen Theorie der Kometenschweife die Schweife von der dritten Klasse auf die Sonne weisen. Dies ist indessen nicht richtig; die Schweife der drei Bredichin'schen Klassen sind alle von der Sonne abgekehrt; die auf die Sonne zeigenden Schweife sind die seltenen „anomalen", welche nicht aus Gasen, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach aus Meteorströmen bestehen. Der auf derselben Seite vorkommende Ausdruck, dass die Schweife erster Klasse „kurz" seien, ist ein Druckfehler statt „lang".

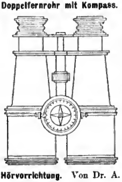
Dr. Scheiner's Buch wird gewiss von grossem Nutzen sein für Alle, welche sich mit der Spektralanalyse der Gestirne eingehend beschäftigen wollen, es wird ihnen manche unnütze Arbeit ersparen, sowie es auch ein trefflicher Leitfaden ist für Jeden, der sich neue Spektralapparate anschaffen will. Referent kann es daher in jeder Beziehung bestens empfehlen. *Prof. Dr. Dunér in Upsala.*

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Doppelfernrohr mit Kompass. Von E. G. King in San Franzisko, V. St. A. K. 8362. II./42. Einspruchsfrist vom 28. Mai bis 23. Juli 1891.

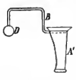


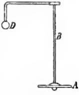
Patentanspruch: Bei zweischenkligen Fernrohren (sogen. Feldstechern) ist die Anbringung eines um diagonale Zapfen drehbaren Kompasses mit Feststellvorrichtung vorgesehen, in der Weise, dass derselbe in der Richtung der gemeinsamen Schaxe beider Schenkel waagerecht eingestellt werden kann, und dass diese letztere hierbei genau in die Schwingungsebene der Kompassaxe fällt, zum Zwecke, bei freihändigen Beobachtungen die Magnetnadel in der betreffenden Stellung feststellen und die entsprechende Richtung alsdann zu beliebiger Zeit ablesen zu können.



Hörvorrichtung. Von Dr. A. Spitzer in Wien. S. 5769. V./30. Einspruchsfrist vom 25. Mai bis 20. Juli 1891.

Patentanspruch: Eine Hörvorrichtung, bei welcher das in den Gehörgang einzuführende Scheibchen *A* oder der Trichter *A'* an einem Draht *B* befestigt ist, welcher das an den Schläfen anliegende Kügelchen *D* trägt.



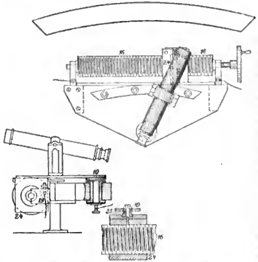


Diese Vorrichtung wird in der Weise benützt, dass man das Scheibchen *A* bezw. den Trichter *A'* in den Gehörgang so weit einschiebt, bis das Kügelchen *D* an der Schläfe anliegt, wodurch die dem Schläfenbein ertheilten Schwingungen durch den Draht *B* in den Gehörgang geleitet werden und hierdurch das Hörvermögen bedeutend erhöht wird.

Bei diesem Gehörapparate ist der Draht *B*, da er von der Peripherie der grösseren Oeffnung des Schalltrichters am Eingange des Gehörganges seinen Ursprung nimmt und mit der Schläfe durch ein Kügelchen *D* in unmittelbaren Kontakt steht, derjenige Bestandtheil, welcher den Schall zu den

Kopfknochen bezw. hier zur Schläfe leitet und fortpflanzt. Dass er diesen Effekt hervorbringen kann, ist physikalisch festgestellt, da bekanntlich die festen Körper bessere Leiter des Schalles sind als selbst die luft- und gasförmigen. Einen analogen Vorgang der Schallleitung findet man ja im menschlichen Gehörorgan.

Ein auf Widerstandsmessung beruhender Entfernungsmesser. Von B. A. Fiske in New-York. F. 4734. II./42. Zusatz zu dem Patente Nr. 47747. Einspruchsfrist vom 21. Mai bis 16. Juli 1891.



Patentanspruch: Neuerung an dem durch Patent Nr. 47747 geschützten Entfernungsmesser, gekennzeichnet durch die Anordnung der auf das Ziel gerichteten Fernrohre in Verbindung mit je einem mit Gewinde versehenen, von einer Widerstandsspule *19* und einer Mutter *24* umgebenen drehbaren Zylinder *16*, dessen Mutter mit einem an die Tragstange *10* des Fernrohres angelenkten Schieber *31* versehen ist. Gegen den Umfang desselben legt sich eine Kurvenführung, deren Krümmung dadurch gefunden wird, dass man auf einer der Beobachtungsgrundlinie parallel laufenden Linie Eintheilungen macht, welche gleich dem Sinus der Winkeleinheit dividirt durch den Sinus eines durch die vorgebenden Winkeleinheiten zu 90° zu ergänzenden Winkels sind, dann Senkrechte von den Endpunkten dieser Eintheilungen nach den die verschiedenen Stellungen des um Einheiten gedrehten Fernrohres angehenden Linien zieht und die so erhaltenen Schnittpunkte mit einander verbindet, zu dem Zwecke, bei gleichen von dem Fernrohr zu durchlaufenden Winkeln ungleich grosse Zwischenräume von der Mutter *24* durchlaufen zu lassen und so die Widerstände in der Wheatstone'schen Brücke derartig zu vergrössern, dass die Entfernung des zu messenden Gegenstandes auf einer entsprechend eingerichteten Skale bei jeder Lage desselben mit Bezug auf den Beobachter genau angegeben wird.

Apparat zum Absprengen von Glasröhren. Von A. Kattentidt in Gifhorn. K. 8042. V./32. Einspruchsfrist vom 25. Mai bis 20. Juli 1891.

Patentanspruch: Vorrichtung zum Schneiden von Glasröhren beliebiger Wandstärke, gekennzeichnet durch eine auf einem Gewindezapfen sitzende schmiedeeiserne, an der äusseren Kante angeschärfte Scheibe und durch eine Anzahl unter der Scheibe angeordneter, gegeneinander und gemeinsam verstellbarer Lampen mit Stichflammen zu dem Zweck, um die von der Scheibe eingeschnittenen Röhren an den gegebenen Einschnitten abzusprengen.

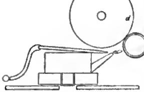


Fig. 1.

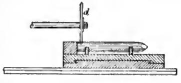
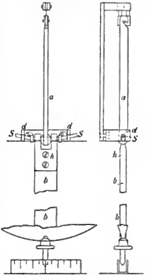


Fig. 2.

Die Glasröhren werden durch die scharfkantige Scheibe *d* auf ihre bestimmten Längen eingeschnitten und alsdann durch die Stichflammen von verschiebbaren Lampen, welche mit ihrer Gebläsevorrichtung genau auf die gemachten Einschnitte gerichtet werden, letztere soweit erhitzt, dass ein geringes Befeuchten genügt, um die Glasröhre an den Einschnitten zu sprengen.

Uhrpendel mit Vorrichtung zum Schutze der Pendelfeder. Von S. Riefler in München. R. 6407. II. 83.
Einspruchsfrist vom 28. Mai bis 23. Juli 1891.



Patentanspruch: Uhrpendel, bei welchem zum Schutze der Pendelfeder am oberen Theil der zweitheiligen Pendelstange oder bei Pendeln mit ungetheilter Stange unmittelbar in der unteren Fassung der Pendelfeder ein bogenförmiger oder auch gerader Querstift angebracht ist, welcher mit jedem seiner beiden Enden in einer am Uhrgestell befestigten Führung spielt.

Die Pendelstange besteht aus zwei Stäben *a* und *b*. Der obere Stab *a*, welcher stets mit dem Uhrwerk in Verbindung bleibt, hat an seinem unteren Ende einen langen Querstift *SS*, dessen Längsaxe in der Schwingungsebene des Pendels liegt und an welchen der untere Pendelstab *b* mit dem breiten Aufhängehaken *h* angehängt wird. Die beiden Enden des Querstiftes *SS* werden von einem, an die Rückwand oder an die hintere Werkplatte angeschraubten Doppelschutzhaken *dd* umklammert, jedoch dergestalt, dass dem Stift *SS* genügend Raum zur freien Bewegung gelassen ist. Dieser Raum ist indess so begrenzt, dass beim Ein- und Aushängen des unteren Pendelstabes weder durch Vor-, Rück- oder Aufwärtsbewegen noch durch eine Drehbewegung oder durch allzu grosse seitliche Ablenkung des Stiftes *SS* eine Verletzung der Aufhängefeder eintreten kann.

Kohlenwalzenmikrophon. Von C. Vogt in Posen. V. 1600. II. 21.
Einspruchsfrist vom 28. Mai bis 23. Juli 1891.

Patentanspruch: Ein Kohlenwalzenmikrophon, bei welchem zur Vermeidung der Zapfenreibung die in ihrem mittleren Theile mit Eisen umkleideten Kohlenwalzen, in einer ihrer Schwere entgegengesetzt wirkenden Richtung und ohne unmittelbare Berührung durch Magnete von ihren Lagerstellen abgehoben werden.

Der Magnetsupport besteht aus zwei hufeisenförmigen Magneten $m m_1$, an deren Polen sich zwei Polschuhe *p* befinden. Dieser ganze Doppelhufeisenmagnet mit seinen beiden Polschuhen *p* lässt sich mittels der beiden Schrauben *ss* näher an die Kohlenwalzen *kf* des Mikrophones heranbringen oder von denselben entfernen. Die Mikrophonwalzen sind in ihrer Mitte mit einer Eisenhülle bekleidet und dadurch unter den permanenten Einfluss der Magnetpole gestellt, welche ihnen gegenüber angeordnet sind. Durch das Nähern oder Entfernen des Magnetsupportes vermöge Einstellung durch die Schrauben *ss* werden die Kohlenwalzen der Justirung entsprechend in ihren Lagern emporgehoben.

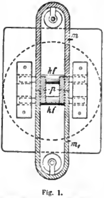


Fig. 1.

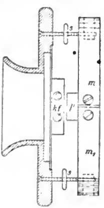


Fig. 2.

Da nun der Magnetsupport vermöge seiner Verstellbarkeit eine Anhebung der Kohlenwalzen in deren Lagern ohne Berührung, von dem feinsten bis zu dem stärksten Grade zulässt, so wird es möglich, im Gegensatz und als Vorzug vor allen bisherigen Systemen:

1. den Kohlenwalzen, ohne mechanische Berührung, eine schwebende, aber unverrückbare von Temperatur- und Witterungseinflüssen unabhängige Lage zu geben;

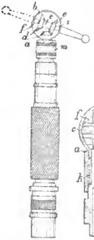
2. die Walzenzapfen in eine denkbarst minimale Anlehnung an die Kohlenbalken zu bringen, woraus resultirt, dass der entsprechende Kohlenruss zwischen den Kohlenkontakten unmöglich verbleiben kann;

3. dass die Membran absolut unberührt bleibt, demgemäss in ihren Schwingungen nicht beeinträchtigt wird, so dass selbst Zischlaute von derselben aufgefangen werden; endlich

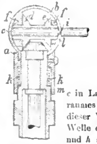
4. kann diese Vorrichtung an jedem Kohlenwalzenmikrophon angebracht werden.

Winkelstück für zahnärztliche Bohrmaschinen. Von der Düsseldorfer Dental-Gesellschaft Ehrlich & Kohler in Düsseldorf. D. 4453. V. 30. Einspruchsfrist vom 25. Mai bis 20. Juli 1891.

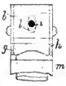
Patentanspruch: I. Ein spitz-, stumpf- und rechtwinklig zu stellendes Winkelstück für zahnärztliche Bohrmaschinen, gebildet aus einer drehbar in einem Zylinder *b* angebrachten hohlen Welle *c*, welche zwei Räder *d* und *e* trägt, die so weit von dem Triebrade *a* entfernt sind, dass sie eine Drehung der Welle und des Bohrers zulassen, dessen Stellungen durch eine Sperrvorrichtung *m* fixirt werden. II. Zum Halten des Bohrers in dem unter I. bezeichneten Winkelstück die Anordnung der seitlichen Verengungen der Löcher *l*, in welche der Bohrer mit der Einschnürung *i* zu stehen kommt, wenn eines der Räder *de* in das Triebrad *a* eingreift.



Das auf der Antriebswelle befestigte konische Rad *a* ist zwischen den Rädern *d* und *e* in dem Innern eines Hohlraumes *b* gelagert und zwar so, dass das Rad *a* entweder mit dem Rade *d* oder dem Rade *e* je nach Belieben in Eingriff gebracht werden kann. Zu diesem Zwecke ist die, die Räder *d* und *e* tragende hohle Welle *c* in Lagern *f*, welche an den Stirnwänden *g* und *h* des Hohlraumes *b* angebracht sind, gelagert, so dass eine Verschiebung dieser Wände *g* und *h* in der Vertikalen eine Verschiebung der Welle *c*, sowie der Räder *d* und *e* zur Folge hat; die Scheiben *g* und *h* sind an ihrem Umfange mit Einkerbungen versehen, in welche ein Ansatz der unter Einwirkung einer Feder *k* stehenden Hülse *m* eingreift; wird letztere zurückgezogen, so kann die eben beschriebene Drehung der Scheiben *g* und *h*, sowie der Welle *i* stattfinden.

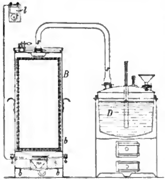






B. Ertheilte Patente.

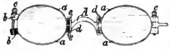
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.



Desinfektionsapparat mit abnehmbarem Behälter für die zu desinfizirenden Gegenstände und mit elektrischer Kontrolvorrichtung. Von Gebr. Schmidt in Weimar. Nr. 55568 vom 13. Februar 1890. Kl. 30.

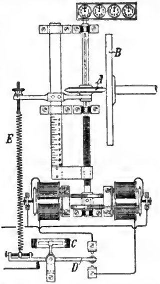
Der zur Aufnahme des Desinfektionsobjektes dienende obere Theil *B* kann von dem Untertheile *b* abgehoben und auf ein fahrbares Gestell aufgesetzt werden. Der zur Desinfektion benutzte Dampf wird in dem feststehenden Dampferzeuger *D* gebildet, welcher mittels des Rohres *s* an *B* angeschlossen wird. Ist in dem Desinfektionsraume eine bestimmte Temperatur erreicht, so schmilzt die Kugel *w*, wodurch ein elektrischer Kontakt geschlossen und das Läutewerk *l* in Thätigkeit gesetzt wird.

Befestigung der Gläser von Brillen und Kneifern. Von C. Bäse in Burg. Nr. 55402 vom 22. August 1890. Kl. 42.



Jedes Glas ist zwischen zwei Bogenstücke *a* eingeschlossen, die auf der einen Seite eine Mutter *b*, auf der anderen eine Hülse *d* tragen. Die Innenflächen dieser Hülsen passen sich den Haken *e* an, von denen an jeder Seite des Nasensteges *A* je zwei sitzen. Um ein Glas zu befestigen, zieht man die Hülsen *d* über die Haken *e* und spannt dann die beiden Muttern *b* mittels der Schraube *c* zusammen.

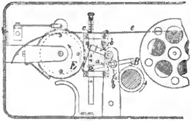
Elektrizitätszähler. Von Firma Fischer & Stiehl in Essen a. d. Ruhr. Nr. 55224 vom 9. April 1890. Kl. 21.



Das Zählwerk des Elektrizitätszählers wird dadurch in Gang gesetzt, dass ein Reibungsrad A von einer beständig umlaufenden Antriebsscheibe B angetrieben wird. Die Verschiebung des Reibungsrades erfolgt entsprechend der in einem Stromkreise vorhandenen Stromstärke. Das von dem zu messenden Strom durchflossene Galvanometer C wirkt auf seine Nadel ablenkend. Mit der Nadel ist ein Schalthebel D verbunden, welcher einen elektrischen Vorschubmechanismus für das Reibungsrad A solange zur Wirkung gelangen lässt, bis sich die Kraft, welche auf die Galvanometernadel ausgeübt wird, und die Spannkraft der Feder E das Gleichgewicht halten. Die Feder E und das Reibungsrad A sind miteinander verbunden.

Vorrichtung zum selbthätigen Aufzeichnen der Thätigkeit von Maschinen. Von E. O. Oertel in Falkenstein i. V. Nr. 55115 vom 3. April 1890. Kl. 42.

Die Vorrichtung dient zum selbthätigen Aufschreiben der Gesammtleistung, sowie der Dauer des Ganges und des Stillstandes von Maschinen. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Hebedaumen B die Hebel a und b bewegt, welche einestheils eine Schreib- oder Stichvorrichtung c, anderntheils die Trommel E in Thätigkeit versetzen. Dabei werden zwei nebeneinander angeordnete Papierstreifen e in der Weise getrieben, dass der eine Papierstreifen, durch ein Uhrwerk gleichmässig fortbewegt, Zeichen der Thätigkeit der Maschine aufnimmt, oder beim Stillstand der Maschine eine zeichenlose Stelle erscheinen lässt, wohingegen der andere Papierstreifen e durch die von der Maschine aus bewegte Trommel E vorgeschoben und mit Zeichen, welche Umdrehungen und Aehnliches bedeuten, versehen wird, so dass also Uhrstreifen und Arbeitsstreifen zusammen ein genaues Bild der Gesammtleistung der Maschine geben.



Neuerung an Braunsteinelementen. Von E. Jess in Lübeck. Nr. 55351 vom 16. März 1890. Kl. 21.



Um eine zufällige gegenseitige Berührung der Elektroden zu vermeiden, sind diese übereinander angeordnet, und zwar in der Weise, dass die als Gefäss zur Aufnahme von Salmiaksalzkrystallen ausgebildete Zinkelektrode Z mit der Braunsteinkohlenelektrode K vermittels einer durch diese hindurchgehenden und von ihr isolirten Stange S zu einem Ganzen verbunden und von derselben durch eine poröse Scheibe T getrennt ist. Die Unterbringung des zur Ergänzung des Salzgehaltes der Elementflüssigkeit dienenden Salmiaksalzes kann auch in der Weise geschehen, dass ein mit konzentrirter Salmiaklösung getränkter und hierauf getrockneter poröser Körper in die Elementflüssigkeit gelegt wird.

Schutzbrille mit doppelten, elastisch befestigten Gläsern. Von K. W. Müller in Eberswalde. Nr. 55396 vom 8. Juli 1890. Kl. 42. (Zusatz zu Nr. 47124 vom 11. Oktober 1888.)

Das Brillengehäuse kann aus elastischem Material hergestellt werden und selbst als Halter der hintereinander geschalteten Brillengläser dienen. Die Federn, mit Hilfe deren die Gläser seither befestigt wurden, fallen dann fort. Zur Aufnahme der Gläser sind in dem Gehäuse seichte Ringnuthen angebracht.

Verstellbare Abdrehmesser für Phonographen. Von Th. A. Edison in Llewellyn-Park, New-Jersey, V. St. A. Nr. 54369 vom 14. Dezember 1889. Kl. 42.

Patentirt ist eine Einrichtung, mittels deren ein Messer zum Abdrehen des Phonogrammzylinders, welches an einem in Schlitz verschiebbaren Halter befestigt ist, in einer bestimmten Stellung durch Anziehen einer Klemmschraube festgehalten wird und nach Lösung derselben zurückgeschoben werden kann.

Phonograph mit nur einer Membran für Schreib- und Sprechwerkzeug. Von demselben. Nr. 54370 vom 14. Dezember 1889. Kl. 42.

Die Bewegung der Membran wird in bekannter Weise auf einen doppelarmigen Hebel übertragen, dessen freies Ende nebeneinander ein Schreib- und ein Sprechwerkzeug trägt. Durch Drehung des die Membran tragenden Gestells wird nach Bedarf das eine oder andere Werkzeug mit der Arbeitsfläche des Phonogrammzylinders in Berührung gebracht.

Panorama- oder Wandelkamera. Von J. Damoizeau in Paris. Nr. 54353 vom 5. November 1889. Kl. 57.

Die Kamera ist auf einem horizontalen Tisch derart angeordnet, dass sie um einen beliebigen Punkt der optischen Axe gedreht und für beliebige Brennweite eingestellt werden kann. Bei der Drehung, welche durch ein Uhrwerk herbeigeführt wird, wird das über Rollen bezw. Spulen geführte lichtempfindliche Material vor einem Schlitz bezw. dem Objektiv vorbeigeführt. Die das lichtempfindliche Material tragenden Spulen sind mit schwarzen Umhüllungen versehen, um beim Auswechseln das lichtempfindliche Material vor Lichteinwirkung zu schützen.

Für die Werkstatt.

Schmelzen von Aluminium und seinen Legirungen. *Bayer. Industrie- u. Gewerbebl.* **23.** *S. 35. (1891.)*

Ohne Anwendung eines Flussmittels lässt sich Aluminium ohne Nachtheil in gewöhnlichen Thontiegeln schmelzen, wenn man die Temperatur nicht wesentlich über den Schmelzpunkt des Metalles hinaus steigert. Die Kohäsion der Aluminiumtheilchen unter sich ist viel grösser als ihre Adhäsion an dem Tiegelmaterial. Sobald man indess Flussmittel zusetzt, wird sofort Silizium aus dem letzteren gelöst und das Material dadurch spröde. In eisernen Tiegeln kann Aluminium ebenfalls ohne Nachtheil geschmolzen werden, wenn man bezüglich der Temperatur einige Vorsicht walten lässt. Bei dunkler Rothglut findet noch keine Legirung zwischen Eisen und Aluminium statt. Wenn bei etwas höherer Temperatur eine solche entsteht, so hat die eisenreiche Legirung doch einen so hohen Schmelzpunkt, dass sie an den Tiegelwänden fest haften bleibt. Es geht dann wohl Aluminium in das Eisen, nicht aber umgekehrt Eisen in das Aluminium über. Vorsicht bezüglich der Temperaturführung ist jedoch bei Verwendung eiserner und thönerner Tiegel jedenfalls geboten, da bei stärkerem Ueberhitzen ein minderwerthiges Metall entstehen würde. Empfehlenswerth ist es daher, den Tiegel mit reiner Kohle oder mit dem Gemisch eines indifferenten Metalloxydes mit Theer auszufüttern. Solche Tiegel liefert die Fabrik Neuhausen und diese halten, wenn während des Schmelzens gut bedeckt, mehrere Monate. Erfolgt die Schmelze im Tiegelschachtofen, so hat man darauf zu achten, dass beim Aufwerfen frischer Kohlen nicht Theile davon in den Tiegel fallen. Grössere Mengen von Aluminium werden mit Holz- oder Gasfeuerung im Flammofen geschmolzen, dessen Herd mit indifferenten Oxyden gefüttert ist.

Trotz des niedrigen Schmelzpunktes von Aluminium bei etwa 700° C (dunkle Rothglut) erfordert das Metall in Folge seiner hohen spezifischen Wärme (0,202) und seiner bedeutenden latenten Schmelzwärme viel Zeit und Wärme. Aus denselben Gründen muss das geschmolzene Metall, wenn überhitzt, sehr lange stehen, bis es auf die richtige Gusstemperatur abgekühlt ist. Ein auf starke Rothglut erhitzter Tiegel mit 20 bis 30 *kg* Aluminium muss eine halbe bis dreiviertel Stunden abkühlen, ehe er zum Guss geeignet ist.

Siliziumfreie Aluminiumbronzen nehmen beim Schmelzen in Graphittiegeln etwas Silizium auf, allerdings meist so geringe Mengen, dass es für die physikalischen Eigenschaften des Materials nicht nachtheilig ist. Vermeidet man Ueberhitzung, so ist keine Decke, weder von Kohle noch von Flussmitteln, erforderlich. Abfälle wie Hobel- und Drehspähne werden am besten durch Eintragen bezw. Untertauchen in ein aus kompakten Metallstücken erschmolzenes Bad verwerthet. Der Verlust beim Umschmelzen von Aluminiumbronzen beträgt zwei bis fünf Prozent, also nicht mehr als beim Umschmelzen von Kupfer allein. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. | **August 1891.** | Achtes Heft.

Ein neuer Interferenzrefraktor.

Von
Dr. **L. Zehnder** in Basel.

Die Brewster'sche Entdeckung der Farben dicker Platten[1]) wurde von Herrn Jamin in glücklichster Weise zur Konstruktion seiner Interferenzrefraktoren[2]) verwendet, mit welchen schon viele schöne Untersuchungen über die Änderungen der Brechungsexponenten von Körpern in verschiedenen Aggregatzuständen ausgeführt worden sind; die Konstruktion dieser Refraktoren ist in den angegebenen Quellen, ihr Prinzip in ausführlicheren Lehrbüchern der Physik zu finden. Wird nämlich eine dicke planparallele (auf der Rückseite belegte) Glasplatte in zwei Theile *A* und *B* zerschnitten und lässt man Licht einer in *O* (Fig. 1) aufgestellten Lichtquelle schräg auf eine der beiden so erhaltenen Platten *A* fallen, so wird dasselbe von der Vorder- und von der Rückfläche derselben wiederholt reflektirt. Berücksichtigt man nur die erste (stärkste) Reflexion an jeder von beiden Flächen, so erhält man zwei parallele, die Platte *A* verlassende Strahlen *a* und *b*, deren Abstand der Plattendicke proportional ist. Wenn nun die beiden Strahlen auf die zweite genau gleich dicke Platte *B* fallen, so kommen dort ebenfalls mehrfache Reflexionen zu Stande. Der Strahl *a* wird beispielsweise von der Vorderfläche der Platte *B* nach *a'* reflektirt, von der Rückfläche derselben nach a_1; ebenso wird der Strahl *b* von jener Vorderfläche nach b_1 reflektirt u. s. f. Stellt man die beiden gleichen Platten *A* und *B* einander genau parallel auf, so fallen a_1 und b_1 in eine Richtung, und man erkennt leicht, dass das Licht auf beiden Wegen von *O* über aa_1 bezw. bb_1 bis zu der beiden Strahlen gemeinsamen Normalebene *V* eine genau gleiche Weglänge durchlaufen hat. Wird aber die optisch gemessene Weglänge eines der beiden Strahlen *a* und *b* in irgend einer Weise, etwa durch geringe Drehung der Platte *B*, geändert, so erhalten die Strahlen einen Phasenunterschied und interferiren mit einander. Um die dabei entstehenden Interferenzstreifen ungestörter, mit blossem Auge oder mit einem Fernrohre, betrachten zu können, blendet man alle nicht zu benutzenden reflektirten Strahlen, wie z. B. *a'*, ab. — Die Distanz der beiden Strahlen *a* und *b* beträgt bei den gewöhnlich von Duboscq in Paris ausgeführten Jamin'schen Apparaten ungefähr 2 *cm*.[3])

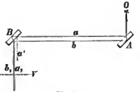


Fig. 1.

[1]) Brewster, *Edin. Trans. VII. 1817.*

[2]) Jamin, *C. R.* **42.** *S. 482 (1856); Pogg. Ann.* **98.** *S. 345 (1856); Ann. de Chim. et de Phys. III.* **52.** *S. 163 (1858)*; auch Quincke, *Pogg. Ann.* **132.** *S. 37, 50 (1867).*

[3]) *Catalogue Duboscq, 1889, No. 419.*

Will man mit einem solchen Interferenzrefraktor Aenderungen des Brechungsexponenten eines Körpers verfolgen, so bringt man den letzteren in den Weg des einen Strahles *a* und sorgt dafür, dass auch die optisch gemessene Weglänge des Strahles *b* um gleich viel geändert wird, so dass nach dem Hineinbringen jenes Körpers auf beide Strahlen *a* und *b* wieder nahezu die gleiche Zahl von Wellenlängen von *O* aus bis zu jener Normalebene *V* entfallen. Wenn nun der eine Strahl *a*, z. B. in Folge irgend einer Veränderung des zu untersuchenden Körpers, nur eine einzige Wellenlänge mehr oder weniger durchlaufen muss als vor dieser Veränderung, so bewegen sich die (etwa auf das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohres eingestellten) Interferenzstreifen um eine ganze Streifenbreite zur Seite und darauf beruht eben die grosse Empfindlichkeit und Brauchbarkeit des Interferenzrefraktors[1]). Unübertrefflich ist wohl derselbe, abgesehen von einigen konstruktiven Einzelheiten, wenn es sich um Untersuchungen bei konstanter Temperatur handelt, denn diese Konstanz lässt sich um so besser erreichen, je näher die beiden Strahlen *a* und *b* einander gebracht werden können. Macht man dagegen Untersuchungen, bei denen die Temperaturen des von dem einen Lichtstrahle *a* durchsetzten Körpers geändert werden, während die Temperaturen der vom anderen Lichtstrahle *b* durchlaufenen Substanzen gar nicht davon beeinflusst werden sollen, so ist jene Nähe der beiden Lichtstrahlen umgekehrt störend. Aus diesem Grunde hat Herr Lorenz[2]) Parallelepipeda von 4,1 *cm* Kantenlänge aus Glas herstellen lassen, mit welchen es ihm gelang, jene Strahlen *a* und *b* in einen Abstand von 2,8 *cm* zu bringen; ferner hat Hr. Mascart einen Interferenzrefraktor konstruirt, welcher im Prinzip von dem Jamin'schen nicht unwesentlich abweicht und mit welchem er die Entfernung der beiden zur Interferenz zu bringenden Strahlen auf 3,5 *cm* vergrösserte.[3])

Durch eigene zweijährige Beobachtungen mit dem Jamin'schen Interferenzrefraktor[4]) habe ich die Vorzüglichkeit dieses Apparates selber kennen gelernt. Um aber die interferirenden Strahlen *a* und *b* eines solchen Apparates beliebig weit auseinanderrücken zu können, gab ich vor einigen Jahren auf dem von Herrn Jamin benutzten Prinzip basirend die Konstruktion eines neuen Interferenzrefraktors an, und als es sich später um die Anschaffung eines solchen Refraktors für das physikalische Institut der Universität Würzburg handelte, war es meine Aufgabe, durch Vorversuche den Nachweis zu leisten, dass mit dem Apparate meiner Konstruktion wirklich Interferenzstreifen von gleicher Schärfe, wie mit dem Jamin'schen erhalten werden, was mir mit leichter Mühe gelang. Daraufhin hatte Herr Prof. Röntgen die hiemit dankbarst anzuerkennende Güte, meinen Interferenzrefraktor für sein Würzburger Institut zu bestellen, nachdem ich zuerst die Konstruktion des ganzen Refraktors bis in's Einzelne ausgearbeitet hatte. Weil der Apparat nach seiner Fertigstellung den an ihn gestellten An-

---

[1]) Theoretische Entwicklungen über die Wirkungweise der Interferenzrefraktoren finden sich z. B. in Quincke, *Pogg. Ann.* **132.** *S. 58. (1867)*, Ketteler, *Beobachtungen über Farbenzerstreuung der Gase, Bonn (1865)*, dessen Rechnungen zum Theil auch in Zehnder, *Wied. Ann.* **34.** *S. 91 (1888)* wiederzufinden sind.

[2]) Lorenz, *Wied. Ann.* **11.** *S. 70. (1880.)*

[3]) Mascart, *Journ. de Phys.* **3.** *S. 310, (1874).* *(Catalogue Duboscq, 1889. No. 420).*

[4]) Röntgen und Zehnder, *Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde.* **26.** *S. 58, 1888,* sowie andere in Würzburg ausgeführte Beobachtungen, welche von Herrn Prof. Röntgen und mir demnächst veröffentlicht werden; auch Zehnder. *Wied. Ann.* **34.** *S. 91 (1888).*

forderungen in schönster Weise entsprach, gestatte ich mir, die Konstruktion desselben hier zu veröffentlichen.

Konstruktion.

Mein Interferenzrefraktor unterscheidet sich von dem Jamin'schen prinzipiell dadurch, dass die vier reflektirenden Flächen nicht zu Paaren fest mit einander verbunden, sondern alle gegen einander beweglich sind, so dass man die interferirenden Strahlen *a* und *b* (Fig. 1) nach Bedarf beliebig auseinander- oder zusammenrücken kann; indessen wird bei einem übermässig grossen Abstande derselben der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen durch die Unvollkommenheit der Glasplatten eine Grenze gesetzt.

Die Möglichkeit, die reflektirenden Flächen von einander zu trennen, wird durch die Anordnung von zwei Paaren von Glasplatten erreicht, von denen alle vier Platten oder doch mindestens je zwei aus einer einzigen möglichst vollkommen planparallelen Platte von mässiger Dicke geschnitten sein müssen. Diese vier Platten werden in den vier Ecken eines Rechtecks unter 45° gegen die Rechteckseiten angeordnet, wie Fig. 2 anschaulich macht. A_1 und B_2 sind unbelegte Glasplatten und bilden das eine Spiegelpaar, A_2 und B_1 sind auf der Rückseite belegt, versilbert, und stellen das andere zusammengehörige Spiegelpaar dar. Tritt nun in der Richtung einer Rechteckseite, z. B. von *O* her, ein Lichtstrahl in das System ein, so wird derselbe zum Theil von dem Spiegel A_1 um 90° aus seiner Richtung abgelenkt, nach *a*, zum Theil durchsetzt er diese unbelegte Spiegelplatte und tritt in seiner ursprünglichen Richtung wieder aus derselben aus. Der abgelenkte Strahl *a* trifft den Spiegel B_1, wird von ihm noch einmal abgelenkt in seine frühere Richtung $B_1 B_2 \parallel O A_1$, und verlässt nach dem Durchsetzen des unbelegten Spiegels B_2 das System; der von A_1 nicht ab-

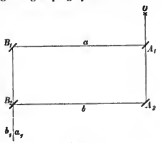


Fig. 2.

gelenkte Strahl trifft den Spiegel A_2, wird dort in die Richtung $A_2 B_2$ nach *b* abgelenkt, und ein Theil desselben verlässt, nach nochmaliger Reflexion an der Spiegelplatte B_2, das System ebenfalls in der Richtung $B_1 B_2$. Dieser Strahl *b* interferirt mit dem eben betrachteten Strahle *a* und es können Interferenzstreifen zum Vorschein kommen. Weil indessen solche nur dann mit Sicherheit erhalten werden, wenn die von den interferirenden Strahlen durchlaufenen Wege optisch gemessen möglichst gleich lang sind, so lasse ich die zu benutzenden Strahlen beide von den Vorderflächen der Spiegel A_1 und B_2 bezw. von den Rückflächen der Spiegel B_1 und A_2 reflektiren, und zwar werden jedesmal die ersten Reflexionen an diesen Flächen benutzt. Die übrigen reflektirten Strahlen, welche in grösserer Zahl als bei der Konstruktion des Herrn Jamin auftreten, können abgeblendet werden; es hat sich aber gezeigt, dass dies Abblenden nur für die Platte A_1 wünschenswerth ist, wenn es sich nicht etwa um die Benutzung des Apparates auf so grosse Distanzen handelt, dass die verschiedenen von den parallelen Flächen einer dieser Glasplatten im Beobachtungsfernrohre entworfenen Lichtbilder einander theilweise überdecken.

Die konstruktive Ausführung dieses Interferenzrefraktors ist im wesentlichen folgende: In den Richtungen $A_1 A_2$ und $B_1 B_2$ sind zwei schwere Lineale (Prismen)

S_1 und S_2 (Fig. 3) aus Gusseisen, jedes auf drei Regulirschrauben *c* ruhend aufgestellt, welche ihrer Länge nach verschiebbare gusseiserne Schlitten *d* und auf diesen die vier planparallelen Glasplatten, die „Spiegel“ A_1 A_2 B_1 B_2, in entsprechenden Bronzegehäusen *e* tragen. Von diesen vier Gehäusen *e* sind drei um horizontale Axen *f* und um vertikale Axen, nämlich um die Mittellinien der sie stützenden Säulchen, drehbar, vermittels der sie ohne todten Gang bewegenden Mikrometerschrauben *g* bezw. *h*. Mit Hilfe dieser letzteren Regulirschrauben

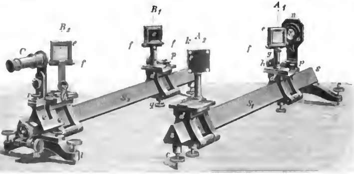


Fig. 3.

lassen sich also die beiden Spiegel je eines Lineals einander vollkommen parallel stellen. Damit ausserdem diese beiden Spiegel in vollkommenster Weise auf gleiche Abstände gebracht werden können, wurde einer von den vier Schlitten *d* (B_2) mit einer Zeiss'schen Mikrometerbewegung ausgestattet; mit Hilfe dieser Feinstellschraube *i* lässt sich also der ganze Schlitten auf dem Lineal hin- und herbewegen und auf's genaueste einstellen. Ausser diesen für die Spiegel selbst bestimmten Regulirvorrichtungen ist es für bequeme Handhabung des Apparates wünschenswerth, zur genauen Parallelstellung aller vier Spiegel von den früheren unabhängige Regulirungen zu besitzen. Nun lässt sich einerseits jedes der beiden Lineale in beliebiger Weise um irgend eine horizontale Axe drehen, vermittels der Regulirschrauben *c*; anderseits ist aber eines von denselben noch um eine vertikale Axe *k* (d. h. um eine von den Regulirschrauben *c*) drehbar, weil es auf seinem Fusse *l* gleitend — nach Lösung der betreffenden Fixirschrauben — von der Regulirschraube *m* hin- und hergeschoben werden kann.

Zur Verwendung einer linienförmigen Lichtquelle (Geissler'sche Röhre, beleuchteter Spalt u. s. w.) ist auf der einen Seite des Apparates, vor dem Spiegel A_1, eine Zylinderlinse angebracht, ganz der Jamin'schen Anordnung analog; vor dieser Linse sitzt auf dem Linsengestell *n* ein Diaphragmenhalter *o*, welcher durch einfache Drehung um eine Axe aus der Sehlinie entfernt werden kann. Auf der anderen Seite des Apparates, hinter dem Spiegel B_2, befindet sich das mit Fadenkreuz versehene Beobachtungsfernrohr *C* von etwa dreifacher Vergrösserung.

Nach diesen allgemeineren Angaben möchte ich auf einige Einzelheiten speziell aufmerksam machen und die Wahl der betreffenden Konstruktion näher begründen.

Bei dem Jamin'schen Interferenzrefraktor — mit dem ich in Giessen gearbeitet hatte und den ich bei der Uebersiedelung nach Würzburg mit gütiger Erlaubniss des Herrn Prof. Himstedt dorthin zur Fortsetzung meiner Beob-

achtungen mitnehmen durfte — waren die Spiegel in ihren Gehäusen durch Kartonscheiben festgehalten. Als ich nun bei meinen Beobachtungen die Erfahrung machte, dass durch starke Erschütterungen, rasch vorbeifahrende Wagen oder dergl. die Interferenzstreifen sich plötzlich bedeutend veränderten, schrieb ich diese Störungen jener Befestigungsart der Glasspiegel zu, die in ihren Gehäusen in der That leicht eine andere Lage einnehmen konnten. Deshalb liess ich bei meinem Apparate (nach Analogie der Befestigung sorgfältig montirter Linsensysteme) die Spiegel in drei Punkten ihrer reflektirenden Flächen aufliegen, in welcher Stellung sie durch feine in drei gegenüberliegenden Punkten ihrer Rückseite auf die letztere drückende Messingfederchen festgehalten werden. — Ebenfalls zum Zwecke möglichster Stabilität der Spiegel habe ich Schraubenfixirungen *p* der um ihre vertikalen Säulchen drehbaren Spiegelstützen und Gehäuse *e* angeordnet, welche mit der entsprechenden Drehungsaxe, der Mittellinie der Säulchen, in einer den reflektirenden Flächen parallelen Ebene liegen und welche demnach beim Festspannen die interferirenden Strahlen nicht zu ändern vermögen. Die Regulirvorrichtungen der Spiegel um horizontale Axen bedürfen solcher Fixirungen weniger, weil bei denselben der todte Gang durch federnde Gegenpressung aufgehoben wird; dagegen ist es bei Verwendung aller vier Spiegel zweckmässig, für den Spiegel B_1 auch diese letztere Regulirvorrichtung durch ein eingelegtes (in der Figur nicht sichtbares) U-Stück zu fixiren, wodurch der Spiegel B_1 die gleiche Stabilität erhält, wie der mit keinen Regulirvorrichtungen ausgestattete Spiegel A_2. — Die Lineale mit ihren Schlitten sind im Vergleich zu den übrigen Konstruktionstheilen etwas massiv ausgefallen; es kommt dies daher, dass bereits vorhandene Modelle zu verwenden waren. Uebrigens möchte ich darauf aufmerksam machen, dass die Spiegel um so ruhiger stehen, je grösser die Masse ist, auf welcher sie gestützt und mit welcher sie fest verbunden sind. Für Präzisionsmessungen kann also diese massive Unterlage nur von Vortheil sein. — Bei meinen mehrerwähnten Beobachtungen war für mich der Umstand oft störend, dass das Beobachtungsfernrohr von Jamin's Refraktor nur um eine Vertikalaxe drehbar, sonst in keiner Weise verschiebbar war; wenn nämlich meine Versuchsröhren nicht vollkommen in der richtigen Horizontallinie lagen, so musste der ganze Apparat verstellt werden, oft sogar auf Kosten der Deutlichkeit der Interferenzstreifen. Diesen Nachtheil habe ich bei meinem Refraktor vermieden, dessen Fernrohr um Horizontal- und Vertikalaxen gedreht, auch auf- oder abwärts geschoben und in der günstigsten Stellung festgeklemmt werden kann. — Sehr wichtig ist für die Zwecke des Interferenzrefraktors, dass alle vier Spiegelgehäuse, ihre Stützen und die Tischchen, auf denen sie mit ihren Regulirvorrichtungen stehen, aus demselben Materiale oder sogar aus dem nämlichen (Bronze-) Guss hergestellt sind: die Ausdehnungen müssen eben bei gleichen Temperaturänderungen dieselben sein, was zur Konstanz des Nullpunktes für grosse Abstände der einzelnen Spiegel wesentlich beiträgt. Nur die Mikrometerschrauben des in Würzburg ausgeführten Apparates wurden von Stahl gemacht. Vielleicht wäre es aber zweckmässiger gewesen, auch diese Schrauben und die prismatischen Lineale mit ihren Schlitten aus derselben Bronze herzustellen wie die übrigen Theile. Zwar entspricht regelmässigen Temperaturänderungen des ganzen Apparates oder eines Theiles desselben ein regelmässiges Wandern des Nullpunktes, welches in der Rechnung als Korrektion berücksichtigt werden kann; wenn man aber durch Herstellung aller Theile aus dem gleichen möglichst homogenen Materiale dieses

Wandern noch weiter zu reduziren vermag, so wird man sich diesen Vortheil gewiss nicht entgehen lassen. — Zur Vermeidung von störenden Reflexen sind die etwa in Betracht kommenden ebenen Flächen schwarz gebeizt. Die vom Beobachter zu benutzenden Befestigungsschrauben sind mit einfachen, die Mikrometer- und Regulirschrauben, welche zu der feinen Einstellung der Spiegel und der Lineale dienen, mit doppelten Ränderirungen versehen, woran sie leicht zu erkennen sind.

Die Dicke der planparallelen Spiegelplatten habe ich nicht grösser als 1,2 *cm* gewählt, so dass sich diese leicht homogen und ohne die für Interferenzerscheinungen schädlichen inneren Spannungen herstellen lassen; bei einem Brechungsexponenten von etwa 1,51 des Glases bekommen demzufolge die beiden von der Vorder- und von der Rückfläche eines Spiegels reflektirten Strahlen einen Abstand von 0,9 *cm*; Länge und Höhe der Glasplatten sind gleich, nämlich nahezu 3,5 *cm*. Der für die Interferenzstreifen verfügbare Raum ist also 0,9 *cm* breit und beinahe 3 *cm* hoch, d. h. für genaue Beobachtungen vollkommen genügend, denn zu viele verschiedene im Gesichtsfelde erscheinende Interferenzstreifen vermindern meines Erachtens die Sicherheit der Ablesungen. — Die Länge der Lineale beträgt 70 *cm*, so dass die beiden Spiegelabstände $A_1 A_2$ und $B_1 B_2$ (Fig. 2) etwa gleich 50 *cm* gemacht werden können. Beliebig gross sind dagegen die Spiegelabstände $A_1 B_1$ und $A_2 B_2$ wegen der Anordnung der vier Spiegel auf zwei verschiedenen Prismen; diese Anordnung hat noch den Vortheil, dass zwischen die beiden Spiegelpaare in bequemster Weise grosse Wasserkasten, zum Konstanthalten der Temperatur, oder anderweitige umfangreiche Vorrichtungen, gebracht werden können. Ausdrücklich bemerken möchte ich aber, dass man sehr darauf Bedacht nehmen muss, in den Weg beider interferirenden Strahlen stets möglichst gleich lange und möglichst planparallelle Schichten gleicher oder doch gleiche Brechungsexponenten besitzender Körper zu bringen, seien die letzteren fest, flüssig oder gasförmig; die strengste Beobachtung dieser selbstverständlichen Regel wird um so nöthiger, je weiter man die interferirenden Strahlen aus einander zieht.

Die Grenzen der Brauchbarkeit des Apparates sind sehr weite: Stellt man die beiden Prismen so auf, dass die Spiegel A_2 und B_1 einander gegenüberstehen, so hat man den gewöhnlichen Jamin'schen Interferenzrefraktor, bei dem aber die Mittellinien der interferirenden Strahlen nur 0,9 *cm* aus einander liegen. In diesem Falle gelangen die beiden Regulirungen des Spiegels B_1 mittels der Schrauben *g* und *h* zur Verwendung. Will man dagegen die interferirenden Strahlen auseinanderziehen, so werden alle vier Spiegel verwendet. Die untere Grenze für die Annäherung der interferirenden Strahlen *a* und *b* beträgt bei Benutzung aller vier Spiegel etwas weniger als 3 *cm*, welcher Abstand erreicht wird, wenn die vier beweglichen Schlitten ganz zusammen geschoben sind (mit ausschliesslicher Benutzung der an den Rückflächen aller vier Spiegel auftretenden Reflexionen könnte man interferirende Strahlen erhalten, welche etwa 2 *cm* von einander abstehen); durch Verschiebung der Schlitten auf den Prismen lassen sich dagegen jene Strahlen bis auf mehr als 50 *cm* anseinander ziehen und zu noch viel grösseren Abständen der den Prismen parallel verlaufenden interferirenden Strahlen, welche selbstverständlich in gleicher Weise benutzt werden könnten, gelangt man durch entsprechende Entfernungen beider Prismen von einander. Dass insbesondere für Beobachtungen auf grosse Distanzen jedes Prisma sicher gelagert, am besten auf soliden Stein gestellt werden muss, versteht sich von selbst; sonst können unmöglich die Interferenzstreifen ruhig im Gesichtsfelde stehen bleiben.

Einstellungsverfahren.

Die Einstellung des Interferenzrefraktors wird wohl am Zweckmässigsten in folgender Weise vorgenommen: Man verschiebt den Schlitten mit dem Spiegel A_2 auf seinem Lineale bis zu einem Abstande vom Rande des Prismas, der dem entsprechenden Abstande des Schlittens mit dem Spiegel B_2 gleich ist. Dann wird der verlangte Abstand der interferirenden Strahlen durch Verschiebung der anderen beiden Schlitten mit Hilfe eines Glasstabes oder eines nicht zu dünnen Metallstabes erreicht, der an beiden Enden etwas zugespitzt ist und dessen Länge 3 *cm* weniger beträgt als jener verlangte Abstand. Man passt nämlich jenen Stab zwischen die einander zugewandten Flächen der Schlitten ein, bis zu möglichst sanfter Berührung der Stabenden an diesen beiden Flächen;[1]) sodann klemmt man die Schlitten mittels der Schrauben *q* auf den Prismen fest. — Sowohl für die Drehung der drei beweglichen Spiegel um eine vertikale, als auch für diejenige um eine horizontale Axe sind Marken angebracht, auf welche man zur vorläufigen Orientirung die Spiegel in erster Linie einstellt; in dieser Stellung wird der Spiegel B_1 durch Anziehen der Fixirschraube *p*, durch Einlegen des oben (S. 279) erwähnten U-Stückes und Anziehen der entsprechenden Regulirschraube *g* befestigt.

Zur Parallelstellung je eines Spiegelpaares $A_1 A_2$ oder $B_1 B_2$ wird man einen möglichst entfernten scharf begrenzten Gegenstand, eine Kirchthurmspitze oder dergl., durch beide Spiegel des (auf seinen Fussschrauben c stehenden) betreffenden Lineales des Interferenzrefraktors in der Prismenrichtung reflektiren lassen und nun die entsprechenden Bilder zuerst ohne, nachher mit dem Fernrohre genau zur Deckung bringen. Das von der Rückseite des belegten Spiegels erzeugte Bild überstrahlt alle anderen an Lichtstärke, so dass das durch Reflexion an der Vorderseite desselben Spiegels entstehende Bild doch nicht störend zur Geltung kommen wird, auch wenn Vorder- und Rückseite einander nicht vollkommen parallel sind. Anders verhält es sich mit der unbelegten Spiegelplatte, welche zwei Bilder von annähernd gleicher Lichtstärke entwirft; ist diese Platte nicht vollkommen planparallel, so schiebe man eine dünne Blende mit einem rechteckigen Ausschnitt von 2,5 *cm* Höhe und 1,7 *cm* Breite in den im betreffenden Gehäuse *e* vorgesehenen Schlitz; dadurch wird das störende, von der Rückfläche des Spiegels entworfene Nebenbild abgeblendet. — Soll der Refraktor auf sehr grosse Distanzen benutzt werden, so kann man zwar in dieser Weise vorläufig einstellen; nachher ist aber durch Visiren nach einem Himmelsobjekt, etwa nach einem hellen Sterne, die Einstellung zu korrigiren. — Das Beobachtungsfernrohr *C* dient zur Parallelstellung je eines der beiden Spiegelpaare $A_1 A_2$ bezw. $B_1 B_2$; durch Lösen der Schraube *r* kann es nämlich von seinem Lineale S_2 abgehoben und statt des ebenso leicht zu entfernenden Linsengestelles *n* auf den Schlitten des Spiegels A_1 mit derselben Schraube *r* festgeschraubt werden. — Es ist zweckmässig, nach diesen Regulirungen je eines Spiegelpaares sich sofort davon zu überzeugen, ob durch einige gegen das Lineal ausgeführte harte Stösse die Einstellung sich nicht verändert; andernfalls sind die nöthigen Korrektionen vorzunehmen, bis weitere Erschütterungen keinen Einfluss mehr haben. Auch die Benutzung der Schraubenfixirungen *p* darf die Parallelstellung der Spiegel nicht störend beeinflussen. (Bei dem gut ge-

[1]) Diese jedem Mechaniker geläufige, sehr bequeme Einstellung ist nothwendig, wenn man nach genauer Parallelstellung der Spiegel und beider Lineale ohne Probiren schöne Interferenzstreifen erhalten will. Unnöthig ist dagegen eine noch genauere Einstellung der Schlitten mit Hilfe des Komparators.

arbeiteten Würzburger Apparate war eine solche unveränderliche Einstellung nach einmaliger Korrektion schon erreicht.)

Nun werden die Prismen auf Unterlegscheiben an ihren Platz gebracht; die Spiegel, und bei der oben angegebenen Vorbereitung auch die Endpunkte der Prismen, sollen dabei in die vier Ecken von Rechtecken zu liegen kommen, was mittels Visirens über die Endflächen *s* jedes Prismas nach der entsprechenden Endfläche des anderen Lineals, nöthigenfalls noch mit Zuhilfenahme eines zwischen die Prismen einzupassenden Stabes (wie oben S. 281 beschrieben) in vorläufiger Annäherung erreicht werden kann. Eine genauere Parallelstellung der Prismen und der die Spiegel tragenden vertikalen Säulen wird durch Reguliren der Fussschrauben *c* ausgeführt, wobei man über jede untere Prismenfläche hinweg nach der entsprechenden Fläche des anderen Prismas visirt. Bringt man jetzt eine helle Lichtquelle (Gasflamme) in die Fokallinie der Zylinderlinse, so wird das Licht von den zwei Spiegelpaaren, welche nun einander annäherungsweise parallel aufgestellt sind, ungefähr in die Fernrohrrichtung reflektirt und es erscheinen (ohne Fernrohr) verschiedene sich theilweise überdeckende Lichtbilder im Gesichtsfelde.

Dem Apparate sind zwei Diaphragmen beigegeben, das eine mit kleiner runder Oeffnung von 1,5 *mm* Durchmesser, das andere mit 2 *cm* weiter Oeffnung, in welcher sich ein aus feinen Drähten gebildetes Fadenkreuz befindet. Beide Diaphragmen sind mittels Bajonnetverschluss im Diaphragmenhalter *o* leicht zu befestigen. Setzt man nun zuerst das kleinere Diaphragma in den vor die Zylinderlinse gedrehten Diaphragmenhalter ein, so sieht man im Spiegel B_2 eine Reihe von leuchtenden Punkten, welche man zuerst durch Reguliren der Fussschrauben *c* ganz in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen hat. Durch Einschieben der auf Seite 281 erwähnten Blende vor den Spiegel A_1 werden einige störende Nebenbilder weggenommen. Auch alle übrigen Nebenbilder kann man abblenden; letzteres ist aber, wie schon erwähnt, nur für sehr grosse Abstände der Spiegel nöthig, denn man erkennt bald drei Bilder jener Oeffnung, welche an Helligkeit die übrigen um Vieles übertreffen und welche: e r s t e n s der Reflexion des Strahles *a* (Fig. 2) an der Rückseite des Spiegels B_1, z w e i t e n s der Reflexion des Strahles *b* an der Vorderseite des Spiegels B_2 (vom Beobachter aus rechts), d r i t t e n s der Reflexion des Strahles *b* an der Rückseite des Spiegels B_2 (links) entsprechen, was man durch abwechselndes Abblenden des einen Strahles *a* oder des anderen *b* feststellt. Von diesen Bildern werden das erst- und das zweitgenannte zur Deckung gebracht vermittels der Regulirschraube *m* und der beiden neben ihr befindlichen Fussschrauben *c*; dazu ist die Benutzung des auf die Diaphragmenöffnung eingestellten Fernrohres *C* nothwendig. Fallen beide Bilder vollkommen auf einander — und hat man zu ihrer Einstellung nicht aus Versehen eine Regulirschraube der Spiegel und damit die Spiegel selbst geändert — so werden bei Benutzung einer *Na*-Flamme nach Entfernung des Diaphragmas die Interferenzstreifen sichtbar sein, ohne jedes Probiren. Diese Bedingung muss und kann bei der Ablieferung des Apparates vom Mechaniker erfüllt werden, sobald nur alle vier Gehäuse *e* mit ihren Ständern in gleicher Weise auf den Schlitten *d* montirt sind. Wenn es sich um sehr grosse Distanzen von mehreren Metern handelt, so muss vielleicht mit Hilfe des grösseren Diaphragmas und eines Fernrohres von stärkerer Vergrösserung die Einstellung noch etwas korrigirt werden.

Sind die Interferenzstreifen sichtbar, so giebt es mehrere Mittel, um dieselben schärfer zu erhalten, welche Mittel ich in der Reihenfolge, in welcher sie

benutzt werden sollten, hier namhaft mache: Aenderung der Fernrohreinstellung, sodann Benutzung der Regulirschrauben *c*, *m*, *i*, *g*, *h*. Doch ist das nachträgliche Reguliren der Schrauben *g* und *h* nur mit grosser Vorsicht vorzunehmen, denn sonst können die Interferenzstreifen leicht verschwinden und ohne vollständige Neueinstellung der vier Spiegel nicht mehr zum Vorschein kommen. Es ist nämlich vor allen Dingen darauf zu achten, dass man stets nur mit einer von den genannten Schrauben allein, ohne Berührung der übrigen, regulire, so lange, bis man die grösstmögliche Schärfe erreicht hat; dann erst soll oder kann man zur Regulirung mit einer anderen Schraube übergehen. Befolgt man diese Regel, so darf man auch mit den Schrauben *g* oder *h* getrost so lange reguliren, bis die Streifen nicht mehr sichtbar sind; beim Zurückschrauben wird man dieselben stets wieder erhalten.

Die Einstellung dieses Interferenzrefraktors ist selbstverständlich wegen der vorhandenen vier Spiegel umständlicher als diejenige der entsprechenden Apparate von Arago, Fizeau, Jamin und Mascart; indessen kann — abgesehen von der erstmaligen Einstellung desselben, zu welcher ein noch nicht mit allen Einzelheiten des Apparates völlig Vertrauter wegen der nöthigen Orientirung etwas mehr Zeit brauchen wird — die ganze Regulirung und Aufstellung des Apparates bis zum Sichtbarwerden der Interferenzstreifen in weniger als einer halben Stunde vollendet sein.

Sehr hübsch zeigen sich insbesondere beim Reguliren mit der Schraube *i* die Interferenzen bei grossen Gangunterschieden, welche von Herrn Fizeau[1]) mit Newton'schen Ringen bis zu Wegdifferenzen von über 50000 Wellenlängen verfolgt worden sind. Beim fortgesetzten Drehen jener Schraube *i* werden die Streifen schwächer und verschwinden vollständig; schraubt man weiter, so erscheinen sie wieder, jedoch enger als zuvor, werden vollständig scharf, verschwinden neuerdings u. s. f.; es lassen sich leicht mehrere solche Intervalle des Entstehens und Verschwindens der Streifen erkennen, und vermuthlich wird man mit der von Herrn Fizeau[1]) angegebenen *Na*-Flamme noch viel weiter kommen. Durch Einschieben von planparallelen Platten in den einen (interferirenden) Strahl wird die Streifenbreite kaum geändert, man wird also durch dieses Mittel noch Interferenzen bei sehr grossen Gangunterschieden zu erhalten im Stande sein. — Weil verschiedene Intervalle der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen bei dem Apparate zum Vorschein kommen können, ist es von Werth, die oben empfohlenen Regulirungen in weiteren Grenzen auszuführen; denn nach dem Ueberschreiten der Stellen, an welchen keine Streifen mehr sichtbar sind, kann man unter Umständen zu Streifen gelangen, welche die ursprünglich gesehenen an Schärfe oder Abstand weit übertreffen.

Werden die beiden Lineale auf einer soliden Unterlage in einem geschlossenen Raume aufgestellt, so bleiben die Interferenzstreifen auch bei grossen Abständen der vier Spiegel ganz ruhig stehen, so dass man bequem auf dieselben einstellen kann. Mit der Zeit wandert aber der Nullpunkt, und selbstverständlich um so mehr, je weiter die vier Spiegel von einander abstehen, wenn man nicht dafür sorgt, dass die Spiegel und die von den interferirenden Strahlen zu durchlaufenden Luftstrecken konstante Temperaturen behalten. Dieses Wandern ist

---

[1]) Fizeau, *Ann. de chim. et de phys. (3)* **66** *S. 429. (1862)*, *Pogg. Ann.* **119** *S. 95. (1863.)*

indessen bei langsamen Temperaturänderungen ein regelmässiges und lässt sich in bekannter Weise als Korrektion in Rechnung bringen, wie bei dem Jamin'schen und bei ähnlichen Apparaten.

Die mit dem oben beschriebenen Refraktor erhaltenen Interferenzstreifen waren schöner als die mit dem Jamin'schen Apparate, welcher mir zur Verfügung stand, erhaltenen, was theils der bei der verlangten geringeren Glasdicke leichter erreichbaren vorzüglichen Beschaffenheit der von der Firma C. A. Steinheil Söhne in München gelieferten Glasspiegelplatten, theils der Möglichkeit zuzuschreiben ist, die zu benutzenden reflektirenden Flächen durch Reguliren einander aufs vollkommenste parallel zu stellen. Die Flächen waren so gut plan geschliffen, dass ich nach der oben beschriebenen Einstellung und Aufstellung der vier Spiegel in den Ecken eines Rechtecks von 50 *cm* Breite und 500 *cm* Länge ohne Probiren jedesmal sofort deutliche Interferenzstreifen erhalten habe. Dagegen gelang es mir in der etwas knappen damals noch zur Verfügung stehenden Zeit nicht, auf eine Distanz von 13 *m* die Interferenzstreifen zu bekommen. Leider wurde mein an die Herren C. A. Steinheil Söhne gerichteter Wunsch, an den Spiegelplatten Zeichen anzubringen, an welchen sich auch nachher hätte erkennen lassen, wie die Glasplatten aus dem einzigen Stücke herausgeschnitten waren, von den Arbeitern derselben nicht erfüllt [1]), sonst hätte man vielleicht durch passende Montirung der Spiegel den Apparat noch weiter vervollkommnen, denselben auf noch grössere Distanzen verwenden können.

Zum Gelingen des Interferenzrefraktors haben auch die Bemühungen des Universitätsmechanikers Herrn Wilh. Siedentopf in Würzburg wesentlich beigetragen. Die von demselben ausgeführten Arbeiten waren sehr exakte und besonders zeichneten sich die so wichtigen Mikrometerbewegungen durch sehr gleichmässigen Gang aus. [2])

Für Untersuchungen mit monochromatischem Licht lässt sich das Beobachtungsfernrohr *C* durch ein Spektroskop ersetzen. Sodann kann zu diesem Interferenzrefraktor der Jamin'sche Kompensator [3]) benutzt werden, wenn an demselben eine entsprechende Veränderung zum Auseinanderziehen der beiden Glasplatten vorgenommen wird, oder in noch einfacherer Weise werden Aenderungen der Lichtgeschwindigkeit in nur einem der interferirenden Strahlen mit Hilfe der Schraube *i* kompensirt. Endlich liesse sich ein neuer Kompensator, für welchen die Verschiebung der Glasplatten der dadurch bewirkten Streifenverschiebung vollständig proportional wäre, dadurch erhalten, dass man eine fast vollkommen planparallel d. h. schwach prismatische Glasplatte in zwei Theile zerschnitte, die beiden Theile in die beiden interferirenden Strahlen brächte und nun die eine von diesen prismatischen Platten oder beide, je nach der gewünschten Empfindlichkeit, senkrecht zu ihrer Prismenkante mit einer Mikrometerschraube bewegte.

Zweckmässig scheint es mir, jeden zum Reguliren während der Untersuchungen zu benutzenden Kompensator selbständig aufzustellen, denselben nicht

[1]) Ein seither von genannter Firma mir geliefertes Spiegelpaar hat auch in dieser Beziehung meinen Wünschen völlig entsprochen.

[2]) Der oben beschriebene Interferenzrefraktor wird von Herrn Siedentopf zum Preise von M. 550 geliefert, wogegen der Jamin'sche mit 2 *cm* Abstand der interferirenden Strahlen nur um weniges billiger (frs. 600), der Mascart'sche Apparat mit 3,5 *cm* entsprechendem Abstande wesentlich theurer zu stehen kommt (frs. 1400).

[3]) Jamin, *Ann. de chim. et de phys. (3) 52 S. 166. (1858)*; Quincke, *Pogg. Ann. 132 S. 37. (1867.)*

am Gestell des Interferenzrefraktors zu befestigen, damit beim Kompensiren unnöthige Erschütterungen des Refraktors vermieden werdeu.

Ohne bis dahin mit dem beschriebenen Interferenzrefraktor eine Arbeit ausgeführt zn haben, glaube ich doch nach mehrfachen Einstellungen und Beobachtungen denselben als ein brauchbares Instrument empfehlen zu dürfen. Von einigem Interesse mag anch die durch meine hier erwähnten Versnche wohl zuerst festgestellte Thatsache sein, dass ca leicht gelingt, mit zwei von der gleichen Lichtqnelle ausgehenden, in Abständen von 0,5 bzw. 5 *m* einander parallel verlaufenden Strahlen schöne Interferenzstreifen zu erhalten, wenn dieselben in passender Weise vereinigt werden.

Ueber Ellipsographen und Ovalwerke.

Von
W. Hartmann, Königl. Regierungsbaumeister, Privatdozent an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin.

Im neunten Jahrgang *dieser Zeitschrift* (Januar und Februar 1889) habe ich einen kurzen Anfsatz über die Stellung der Kinematik zur Instrumentenkunde veröffentlicht, welcher in grossen Umrissen ein Bild von dem dermaligen Stande der kinematischen Forschung und allgemeine Gesichtspunkte für die Anwendung dieser Wissenschaft anf das Gebiet der Instrumentenkunde geben sollte. Ich habe darin n. A. ausgeführt, dass sich die kinematischen Probleme nach Reuleaux im Allgemeinen in vier grosse Gruppen scheiden lassen, deren erste von der Leitnng der Bewegung handelt. Wie a. a. O. weiter ausgeführt worden ist, kommt es hierbei nnr darauf an, irgend welche Elementenpaare, Mechanismen oder Maschinen anzugeben, welche die Führung eines Punktes, einer Fläche oder eines Körpers in einer ganz bestimmt vorgeschriebenen Bahn übernehmen, wobei es ganz gleichgiltig ist, in welchem zeitlichen Verhältniss die Relativbewegnngen der führenden Elemente oder der Glieder einea Mechanismus vor sich gehen. Es besteht also nur die einzige Aufgabe, z. B. um nur den einfachsten Fall in's Ange zu fassen, einen Punkt durch kinematische Mittel zu zwingen, eine ganz bestimmte, vorher genau definirte Bahn zn dnrchlanfen. Hierzu soll im Nachfolgenden ein Beispiel gegeben werden.

Die Ellipsographen.

Die wesentlichsten Hilfsmittel, welche beim geometrischen Zeichnen benutzt werden, sind das Lineal (Reisschiene) und der Zirkel. Mit Hilfe des ersteren zieht man eine gerade Linie, mit dem zweiten schlägt man Kreise. Wenn eine gerade Linie gezogen werden soll, so legt man das Lineal fest auf ein Blatt Papier und fährt mit einem Zeichenstift an der Kante des Lineals entlang. Man hat dann drei Körper vor sich, nämlich das Papierstück (Zeichenbrett), das Lineal (Reisschiene) nnd den Bleistift. Aber in dem Moment, wo man den Bleistift bewegt, hält man das Lineal auf dem Papier nnverrückbar fest, mit anderen Worten, man vereinigt das Papier und die Schiene für diesen Moment zu einem einzigen Körper. In Maschinen und Instrumenten werden geradlinige Bewegungen in grosser Zahl ausgeführt, die Kreuzköpfe der Dampfmaschinen, die Supporte der Drehbänke, die Schlitten der Hobelmaschinen, die Schieber an Rechenmaassstäben u. s. w. bewegen sich geradlinig, nnd zwar werden sie hierzu gezwnngen, indem sie von anderen (widerstandsfähigen) festen Körpern, Prismen, an denen

diese geraden Bahnen ausgebildet sind, umschlossen werden. Geradlinige Bewegungen werden also kinematisch durch Prismenpaare erzwungen. (Drehbankbett — Vollprisma, Support — Hohlprisma.) Auch beim Zeichnen von geraden Linien nimmt man ein solches Prismenpaar, wenn auch von unvollkommener Ausbildung, in Gebrauch. Das Lineal kann man als Vollprisma, den Bleistift als Stück eines Hohlprismas ansehen. Geübte Zeichner wissen, dass diese Hilfsmittel allein nicht genügen, um eine möglichst gerade Linie zu verzeichnen, sondern dass hierzu noch eine beträchtliche Uebung des Zeichnenden, welche von Anfängern sehr unterschätzt wird, nothwendig ist. Es liegt dies daran, dass der Bleistift nur ein ganz kleines Stück eines Prismas bildet, dem vor Allem die sichere Leitung in der vertikalen Ebene fehlt. Schon besser gelingt das Verzeichnen einer Geraden mit Hilfe eines Parallelreissers, den man an einer vorher gerade abgerichteten Fläche entlang bewegt. Hier sind die beiden Elemente des Prismenpaares bereits besser ausgebildet. Kommt es darauf an, genaue gerade Linien an ganz bestimmte Stellen einer Fläche zu bringen, so ist es unerlässlich, ein vollkommen ausgebildetes Prismenpaar zu verwenden, an dessen einem Element der Zeichenstift angebracht ist; ein Beispiel hierzu bietet die Theilmaschine für gröbere Maassstäbe.

Weit besser als das Verzeichnen einer Geraden gelingt es selbst Ungeübten, einen Kreis mit Hilfe eines guten Zirkels zu schlagen. Und dieses liegt daran, dass man hierzu nur zwei Elemente, nämlich das Papier (Zeichenbrett u. dergl.) und den Zirkel nöthig hat und dass letzterer die Führung des Zeichenstiftes ganz allein übernimmt. Mit dem Zirkel bohrt man dabei ein (möglichst kleines) Loch in die Zeichenfläche; mit anderen Worten, man schafft für die Zirkelspitze in der Unterlage ein Partner-Element. Die Kupferstecher benutzen bisweilen Zirkel, an denen das hier in Betracht kommende Elementenpaar ganz deutlich ausgebildet ist. Fig. 1 zeigt einen solchen: *A* ist ein Vollzylinder, *B* ein Hohlzylinder, in welchem sich *A* drehen kann; mit *B* ist das Klötzchen *B'* verbunden, welches fest auf die Unterlage gesetzt (also kinematisch mit dieser vereinigt) wird. Der mit *A* verbundene Zeichenstift *C* beschreibt den Kreis. Die Elemente *A* und *B* bilden ein Zylinderpaar. Hiernach wird man erkennen, dass beim gewöhnlichen Handzirkel die Führung, die Leitung der Bewegung, ebenfalls durch ein Zylinderpaar bewirkt wird, welche, wenn auch in unvollkommener Weise, von der Zirkelspitze und dem Loch im Zeichenpapier gebildet wird. Aus dieser Thatsache dürfte weiter folgen, dass dreieckig geformte Zirkelspitzen nicht so gut sind als runde, welchem Umstande schon lange durch den bekannten Nadelfuss (Fig. 2) Rechnung getragen ist. Des weiteren ist einleuchtend, dass beim genauen Zeichnen der Nadelfuss des Zirkels möglichst senkrecht zu stellen ist.

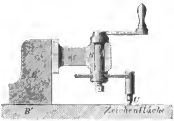


Fig. 1.



Fig. 2.

Die geometrischen Eigenschaften der geraden Linie und des Kreises sind so allgemein bekannt, dass ich zur Erläuterung der Vorrichtungen, mit deren Hilfe solche Gebilde erzeugt werden, nicht weiter darauf einzugehen brauchte. Anders verhält es sich aber, wenn komplizirtere Kurven verzeichnet werden

sollen; dann ist es unbedingt nothwendig, vorher die Eigenschaften derselben klar anzugeben und sich ein Bild davon zu machen, wie sie geometrisch durch gedachte Bewegung erzeugt werden können. Dies ist die Aufgabe der Phoronomie. Erst nachdem sie gelöst ist; kann man zur kinematischen Verwirklichung der Bewegung übergehen.

Die verhältnissmässige Leichtigkeit, mit der man einen Kreis nicht geometrisch, sondern kinematisch, d. h. hier wirklich verzeichnen kann, hat das Bestreben aufkommen lassen, auch zum Verzeichnen anderer häufig gebrauchter Kurven, so der Ellipsen, der Zykloiden, der Sinoiden u. s. w. Instrumente anzugeben. Die beiden letztgenannten Kurvenarten werden vielfach im Kunstgewerbe, auf Guillochirmaschinen z. B., erzeugt. Das grösste Interesse hat aber wohl die Erzeugung der Ellipsen durch wirkliche Bewegung von jeher erregt. In Folge des regen Suchens nach Lösungen dieser Aufgabe ist eine grosse Zahl von Ellipsographen allmälig entstanden. Die nachfolgende Untersuchung soll nun keineswegs erschöpfend sein, sie soll vielmehr soviel Lösungen bringen, als zum Verständniss der Prinzipien, welche bei einem regelrechten Suchen befolgt werden können, nothwendig sind. Es wird sich hierbei ungezwungen eine Erklärung bezw. Entwicklung der bekanntesten Ellipsographen von selbst ergeben.

Zur Lösung der Aufgaben, welche zur Gruppe von der Leitung der Bewegung gehören, ist folgender Weg der naturgemässe, wenn auch bisher nicht stets gewählte: Man nehme ein gelöstes phoronomisches Problem und verwirkliche die gedachte Bewegung durch widerstandsfähige (kinematische) Mittel (Elementenpaare, Mechanismen oder Maschinen).

Von dem phoronomischen Problem bis zur wirklichen Bewegung ist der Weg unter Umständen ein beträchtlich langer, wie einzelne Beispiele im Nachfolgenden zeigen werden.

Erstes phoronomisches Problem: Auf zwei einander rechtwinklig sich schneidenden Axen X und Y gleiten die Punkte A und B einer Geraden. Es beschreibt alsdann jeder Punkt dieser Geraden eine Ellipse. (Fig. 3 und 4 a. f. S.)

Es sei $AB = a$, $AC = p$, $BC = q$, $BAX = \varphi$ gesetzt, dann ist:

$$a = p + q \text{ für die Fig. 3}$$

$$a = p - q \quad " \quad " \quad " \quad 4.$$

Es folgt unmittelbar $y = p \sin \varphi$ und $x = q \cos \varphi$ oder:

$$\frac{x^2}{q^2} + \frac{y^2}{p^2} = 1.$$

In beiden Fällen wird also vom beliebigen Punkte C eine Ellipse beschrieben, und zwar in Fig. 3 eine innere Ellipse (weil C zwischen A und B liegt) und Fig. 4 eine äussere Ellipse. Wie Fig. 5 zeigt, können innere und äussere Ellipse identisch werden, wenn man:

innere Ellipse		äussere Ellipse	
$A'C'$	=	AC	$= p,$
$B'C'$	=	BC	$= q,$
$a' = p + q$	und	$a = p - q$	

macht. Es sind also stets zwei Lösungen derselben Aufgabe (d. h. für gegebene Halbaxen p und q) möglich.

Kinematische Lösungen. Das erläuterte phoronomische Problem kann ohne Weiteres durch kinematische Mittel verwirklicht werden. Es sollen nun die wichtigsten Lösungen hier besprochen werden.

1. Der Kreuzzirkel (Fig. 6) hat zur Grundlage die geometrische Fig. 4. Er kann mithin in der hier dargestellten Form nur äussere Ellipsen verzeichnen. In der Grundplatte P sind zwei sich rechtwinklig schneidende Hohlprismen 1 und 3 ausgearbeitet, in denen sich zwei Vollprismen b und d verschieben können. Diese

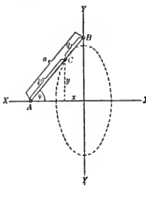


Fig. 3.

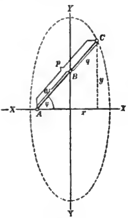


Fig. 4.

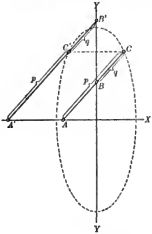


Fig. 5.

tragen zylindrische Zapfen 2 und 4, auf welche das Glied a gesteckt ist. Der Punkt C beschreibt bei der Bewegung von a die Ellipse.

Zur Verwirklichung der gedachten Bewegung Fig. 4 sind hier vier Körper aus widerstandsfähigem Stoff benutzt, nämlich die Glieder a, b, P und d, welche die Verbindungen zwischen je zwei Elementenpaaren bilden. Das Glied a bildet die Verbindung zwischen den Zylinderpaaren 2 und 4, b zwischen dem Zylinder-

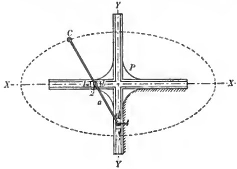


Fig. 6.

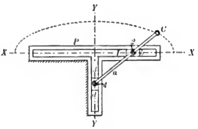


Fig. 7.

paar 2 und dem Prismenpaar 1, P zwischen den beiden Prismenpaaren 1 und 3 und d zwischen dem Prismenpaar 1 und dem Zylinderpaar 4.

Der Mechanismus giebt, da er nur die äusseren Ellipsen zu zeichnen vermag, keine umfassende Lösung der Aufgabe. Um ihn verwendungsfähiger zu machen, hat man ihm die Form der Fig. 7 gegeben, welche als halber Kreuzzirkel bezeichnet werden kann. In dieser Form ist das Instrument schon seit Jahr-

hunderten unter der Bezeichnung Gipser- oder Schreinerzirkel bekannt. Wie ersichtlich, kann man aber nur halbe Ellipsen mit dem Schreinerzirkel schlagen. Zur Verzeichnung vollständiger Ellipsen muss er um 180° gedreht und wieder genau gerichtetw erden. Man hat versucht, den Kreuzzirkel in der Weise zu verbessern, dass man die Grundplatte *P* auf drei Füsse setzte und das Glied *a* unter die Grundplatte legte. Auf diese Weise gelingt zwar auch das Verzeichnen innerer Ellipsen, jedoch ist das Verfahren für den Ausübenden äusserst unbequem.

Eine Vereinfachung des Kreuzzirkels kann man noch dadurch bewirken, dass man die Glieder *b* und *d* vollständig fortlässt und das Glied *a* mit seinen Zapfen 4 und 2 in den Nuthen 1 und 3 der Grundplatte *P* führt (Fig. 8). Kinematisch gesprochen, hat dann eine Gliedverminderung stattgefunden. Der Ellipsenzirkel besteht dann nur noch aus den Gliedern *a* und *P*. Er ist insofern mangelhafter als der oben beschriebene, als die Zapfen 2 und 4 in der Mitte des Gliedes *P* unvollkommen geführt sind. Trotzdem war er früher bei Schreinern vielfach anzutreffen. Hier ist er nur deshalb erwähnt, weil sich aus ihm durch einige Formänderungen der beste Ellipsenzirkel ableiten lässt, welchen wir z. Z. besitzen. Dieses ist

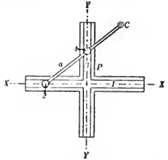


Fig. 8.

2. der Farey'sche Ellipsograph, zu dessen Erklärung die schematische Fig. 9 diene. Man erkennt in demselben unschwer eine Veränderung der Fig. 8. Die Zapfen 2 und 4 haben einen beträchtlich grösseren Durchmesser bekommen und gehen in entsprechend weiten Schlitzen des Gliedes *P*. Ihre Mittelpunkte A_1 und B_1 laufen dabei auf den (gedachten) Axen XX und YY.

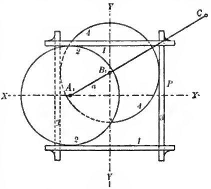


Fig. 9.

Es beschreibt mithin irgend ein beliebiger Punkt *C* des Gliedes *a* eine Ellipse und zwar von den Halbaxen $p = A_1C$ und $q = B_1C$.

In geometrischer Hinsicht unterscheidet sich der Farey'sche Ellipsograph nicht von den bisher beschriebenen Ellipsographen. In kinematischer Hinsicht dagegen besitzt er mehrere ganz beträchtliche Vortheile. Wie die Figuren 9 und 10 *a*, *b* und *c* erkennen lassen, liegen die Führungsprismen 2—2 und 3—3 des Gliedes *P* nicht in einer und derselben sondern in verschiedenen Ebenen, und ebenso die Zapfen *A* und *B* des Gliedes *a*. Auf diese Weise ist es möglich, die Kreuzungsstelle der beiden Prismen an *P* paarschlüssig zu durchlaufen, so dass in der Leitung der Bewegung keine Unterbrechung entsteht. Das Glied *P* ist dabei sozusagen in vier schmale unter einander verbundene Lineale aufgelöst, welche möglichst wenig Raum in Anspruch nehmen; in Folge dessen ist man in der Benutzung des Instrumentes sehr wenig beschränkt. Für den praktischen Gebrauch

besitzt das Instrument insofern einen grossen Vorzug, als es für die Verwendung eines gewöhnlichen Zirkels eingerichtet ist, welcher nur in die Hülse *H* gesteckt zu werden braucht, um ohne weiteres für die Verzeichnung von Ellipsen verwendet werden zu können. Diese Kunstgriffe machen es auch möglich, dass mit dem Farey'schen Instrument Ellipsen verzeichnet werden können, welche innerhalb des durch die vier Lineale begrenzten Raumes liegen. Es ist dabei nur nöthig, den beschreibenden Zirkelfuss in einen der Räume *J* oder J_1, welche durch Aussparungen der Zapfen *A* und *B* gebildet werden, zu setzen. Eine möglichst weit gehende Verstellbarkeit dieser beiden Zapfen gegen einander ist durch Zahnstangengetriebe und prismatische Paarung zwischen *A* und *B* erreicht. An der Unterseite trägt das Lineal P_1, gegen welches das Glied *P* verstellbar ist, kleine Zentrirstifte, welche in die Zeichenfläche eingedrückt werden. Vermittels der sechs kleinen Griffe *g*, welche sehr zweckmässig auf dem Umfange des Zapfens *A* angeordnet sind, wird das Glied *a* sanft in Bewegung gesetzt.

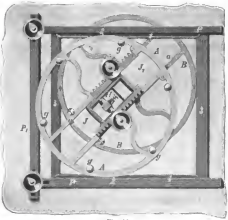


Fig. 10a.

3) Der Herrmann'sche Ellipsograph. Wie aus dem Vorhergehenden klar hervortreten dürfte, sind es kinematische Mängel, durch welche die beschränkte Verwendungsfähigkeit der Kreuzzirkel bedingt ist; das hauptsächlichste Hinderniss bilden die beiden gekreuzten Prismen an dem Gliede *P*, welche die Führung der Punkte *A* und *B* auf den Axen *XX* und *YY* bewirken. Man kann nun die Frage aufwerfen, ob es nicht möglich ist, diese Prismen, oder doch wenigstens eines desselben durch andere kinematische Mittel zu ersetzen. Diese Frage ist von Herrmann aufgeworfen und in folgender Weise beantwortet. Ersetzt man in Fig. 4 die gerade Bahn *XX*, auf welcher der Punkt *A* läuft, durch eine andere Linie, welche sich ihr möglichst anschliesst, so wird der Punkt *C* eine Kurve beschreiben, welche von einer Ellipse nur wenig abweicht, welche daher beispielsweise für Verzierungen und dergleichen, wobei es nicht auf grösste Genauigkeit ankommt, recht gut statt der Ellipse verwendet werden kann. Herrmann nimmt als Ersatz der Geraden *XX* (Fig. 4) einen Kreisbogen *Z* von möglichst grossem Radius (Fig. 11). Die vom Punkte *C* beschriebene Kurve hat

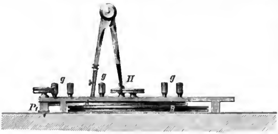


Fig. 10b.



Fig. 10c.

eine eiförmige Gestalt; sie nähert sich der Ellipse desto mehr, je grösser der Radius b des Kreises Z ist. Verzeichnet man die eiförmige Kurve nicht vollständig, sondern nur zur Hälfte bis zur Linie XX, und setzt zwei solche Hälften zusammen, so erhält man eine Kurve, welche den Eindruck einer Ellipse macht.

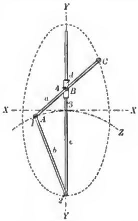


Fig. 11.

Die Figur 11 zeigt, dass Herrmann's Instrument ebenfalls aus vier Gliedern a, b, c und d besteht, welche durch vier Elementenpaare, nämlich durch die drei Zylinderpaare 1, 2, 4 und das Prismenpaar 3 zwangläufig gegen einander geführt werden. Der viergliedrige Mechanismus des Kreuzzirkels und der vorliegende sind nur besondere Arten eines allgemeinen Mechanismus, bezw. einer allgemeinen kinematischen Kette, nämlich der Vierzylinder- oder Bogenschubkurbelkette.

Für den praktischen Gebrauch, namentlich für die Verwendung als Kupferstecherzirkel, hat Herrmann seinem Instrument die Form der Fig. 12 gegeben. Lässt man zunächst die beiden Zahnräder ausser Acht, so erkennt man unschwer die vier Glieder a, b, c, d mit ihren Paarungen 1, 2, 3, 4 wieder. Mit dem Gliede P ist ein solides Klötzchen P' verbunden, welches das Instrument in solcher Höhe trägt, dass der ganze Zeichenraum ausgenutzt werden kann. Das Glied a ist so eingerichtet, dass seine Länge verändert werden kann; und zwar ist dies dadurch erreicht, dass a in ein Voll- und ein Hohlprisma (mit Theilung auf der oberen Seite) verwandelt ist, welche durch die Stellschraube s gegeneinander festgestellt werden können.

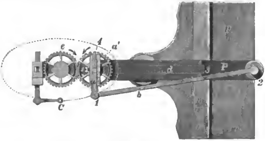


Fig. 12a.

Mit dem Gliede a, und zwar mit dem den Zapfen 4 tragenden Hohlprisma desselben, ist ein Zahnrad a' verbunden, welches in ein ebenfalls auf dem Schieber d sitzendes Zahnrad e von gleicher Grösse eingreift. In Folge dieser Anordnung nimmt e an der Bewegung des Schiebers d und an der Drehung von a (an letzterer in umgekehrtem Sinne) theil. Jeder Punkt des Rades e beschreibt daher ebenfalls eine eiförmige Kurve, welche der

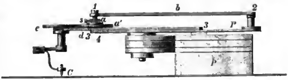


Fig. 12b.

entsprechenden des Gliedes a ähnlich, aber um 180° gedreht ist. Der Schreibstift C ist an einem verstellbaren Arm des Rades e befestigt; seine Bahn ist eingezeichnet.

Das Instrument wird durch Drehung eines der beiden Räder a' oder e in

Thätigkeit versetzt. Eine Lupe, welche in der Axe von e angebracht ist, erleichtert das Einstellen und befördert die Genauigkeit der Arbeit ungemein.

Die Fig. 13 zeigt eine mit dem Herrmann'schen Instrument verzeichnete Kurve. Die rechte Seite ist etwas spitzer als die linke, wovon man sich durch Ausmessen der Ordinaten leicht überzeugen kann.

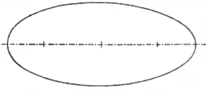


Fig. 13.

Offenbar würde die Uebereinstimmung zwischen der eiförmigen Kurve und der Ellipse grösser werden, wenn die Bahn Z (Fig. 11) sich mehr einer geraden Linie näherte. Dieses lässt sich aber erzielen durch Ersetzung des Gliedes b durch eine Gelenk-Geradführung, welche den Punkt A zwingt, auf einer Kurve zu laufen, welche nahezu mit der Geraden XX zusammenfällt. Die Robert'sche Geradführung (Robert's *Dreiecklenker*) erscheint hierzu recht brauchbar (Fig. 14).

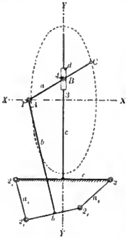


Fig. 14.

An die Stelle des Gliedes b in Fig. 10 tritt dann eine Vierzylinderkette 2, 2_1, 2_2, 2_3 mit den Gliedern a_1, a_2, b und c, welche den Punkt A des Gliedes b mit grosser Annäherung zwingt, auf der Geraden XX zu gehen. Die Abweichungen der Kurve des Punktes 1 von einer mathematischen Geraden lassen sich mit Leichtigkeit kleiner als etwa $^1/_{30}$ *mm* (für die Grösse des Instrumentes Fig. 12) machen, weshalb man die vom Punkte C (Fig. 14) beschriebene Kurve nunmehr wieder als Ellipse auffassen kann.

Ueberblickt man die bisherigen Lösungen der Aufgabe, so zeigt sich, dass stets nur eine Eigenschaft des phoronomischen Problems, nämlich, dass zwei Punkte A und B der Geraden a Fig. 2 und 3 auf gekreuzten Geraden laufen müssen, benutzt worden ist. Dieselbe Eigenschaft ist noch von vielen anderen Erfindern zum Aufbau von Ellipsographen verwendet, ohne dass etwas wesentlich anderes dabei zum Vorschein gekommen wäre als etwas veränderte Formen des Kreuzzirkels. Neue Lösungsreihen ergeben sich erst, wenn man entweder neue Eigenschaften des phoronomischen Problems aufsucht und diese verwendet, oder wenn man zu anderen phoronomischen Problemen übergeht. Ein zweiter Artikel soll sich hiermit beschäftigen. (Forts. folgt.)

Ueber J. Aitken's Apparat zur absoluten Messung des Staubgehaltes der Atmosphäre.

Von
Dr. J. Maurer in Zürich.

Seit einigen Jahren bereits beschäftigt sich John Aitken in eingehendster Weise mit Untersuchungen über den Staubgehalt unserer Atmosphäre, sowie dessen Beziehungen zu gewissen meteorologischen Erscheinungen. Die Fachpresse hat auch schon zu wiederholten Malen Veranlassung genommen, sich mit den ebenso

interessanten als wichtigen Resultaten dieser mühevollen Untersuchungen, welche J. Aitken in mehreren Arbeiten[1]) nacheinander veröffentlicht hat, näher zu beschäftigen und sie einem weiteren Leserkreise zugänglich zu machen. — Aitkens' Hauptaugenmerk war bei seinen vielfachen Versuchen und Messungen dabei stets darauf gerichtet, ein möglichst sicher funktionirendes, leicht transportables Instrument, d. h. also einen Reiseapparat zu konstruiren, der an jedem beliebig gewählten Orte, in jedem Momente ohne grosse Umstände für die gewünschte Beobachtung bezw. Analysirung der Luft auf ihren Staubgehalt in Bereitschaft gesetzt werden könnte.

Soviel uns bekannt, ist über die nähere Einrichtung und den Gebrauch dieses Reiseinstrumentes bis jetzt eigentlich nur wenig in die Oeffentlichkeit gedrungen, so dass wir es nicht für überflüssig erachteten, in Kürze eine Beschreibung desselben zu geben an der Hand eines uns vorgelegenen Modells neuester Konstruktion, das alle diejenigen wesentlichen Verbesserungen und Modifikationen erfahren hat, welche ein vielfältiger Gebrauch für die sichere Beobachtung als wünschenswerth und nothwendig erheischte.

Da die Feinheit der kleinsten Theilchen unorganischer Materie in unserer Atmosphäre so weit geht, dass sie auch mit den besten optischen Hilfsmitteln kaum mehr direkt sichtbar gemacht werden können, so musste J. Aitken für deren Darstellung bezw. Zählung zu einer besonderen Methode Zuflucht nehmen. Dieselbe basirt auf der Thatsache, dass, wenn Luft mit Wasserdampf übersättigt ist, alle darin vorhandenen, freischwebenden Fremdkörper (Staubpartikel) Kondensationszentren bilden, an welche sich die ausgeschiedenen Wassertheilchen ansetzen, um dann als Niederschlag in Form sehr feiner Tröpfchen sichtbar zu werden. Da jedes der letzteren ein Staubtheilchen zum Kerne hat, so genügt es also, die in einem bestimmten Volumen niedergeschlagenen Nebeltröpfchen zu zählen, um auf die Zahl der suspendirten Fremdkörper schliessen zu können. Demzufolge besteht der Apparat (vergl. die nebenstehende Figur), dessen sich Aitken zu seinen Messungen bedient, in erster Linie aus einem sehr sorgfältig gearbeiteten zylindrischen Rezipienten R (Kapazität 35 *ccm*) mit aufgekitteter, dickwandiger, planparallel geschliffener Glasplatte, der bereits mit Wasserdampf vollständig gesättigte, staubfreie Luft enthält, mit welcher die zu untersuchende Luftprobe in bestimmtem Verhältnisse gemischt wird. Dieser Rezipient steht einerseits mit einer kleinen Luftpumpe P und andererseits zum Zweck der Zufuhr reiner Luft mit dem Baumwollfilter F in Verbindung, der oben drei verschieden gebohrte Zulassungshähne, den Haupthahn H und zwei Hilfshähne H_1 und H_2 trägt. Die auf der Stirnseite des ersteren angebrachte

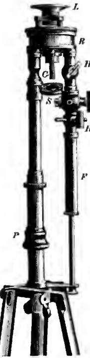


Fig. 1.

[1]) *Proceedings R. Society Edinbourgh.* **36.** *S. 135–172 „on Improvements in the apparatus for counting the dust particles in the atmosphere"* und *Transactions R. Soc. Edinbourgh.* **35.** *Nature.* **37.** *S 428.* **41.** *S. 194* u. s. w.

Marke ⊣ zeigt die jeweilige Stellung seiner Bohrung; steht derselbe schief nach rechts (unter 45°, wie in der Figur), so ist die Luft in dem Rezipienten vollkommen abgesperrt. Nimmt er eine vertikale Position ein (Fig. 2), so findet zwischen Filter und Rezipient die nothwendige Verbindung behufs Zulassung filtrirter, staubfreier Luft statt; endlich bei horizontaler Lage von H kommunizirt der Rezipient direkt mit der äusseren freien



Fig. 2.

Atmosphäre. Zur Zählung der niedergeschlagenen Tröpfchen ist im Abstande von einem Zentimeter am Boden des Rezipienten ein feines Liniennetz, eine in Quadratmillimeter eingetheilte zirkulare Glasplatte[1]) luftdicht angeschraubt, die von unten her durch einen Spiegel S beleuchtet und mit ihrer Mikrometertheilung von oben mittels einer auf den massiven, gläsernen Verschlussdeckel aufgesetzten Lupe L genau betrachtet werden kann. Für die genügende Mischung der Luft im Rezipienten sorgt ein leichter, ringförmiger Rührer, der jeweils, wenn wünschbar, von aussen durch einen gut anschliessenden, kurzen Kautschukgriff C in Funktion gesetzt wird. Der ganze Apparat ruht auf einem leichten Holzstativ und beim Transport beherbergt ihn ein einfaches Lederetui mit Tragriemen (Dimensionen etwa $20 \times 13 \times 9$ *cm*).

Vor der effektiven Beobachtung ist das Instrument nun vor allem darauf zu prüfen, ob die durch den Baumwollfilter F durchgepresste Luft in dem (zur Sättigung mit einigen Wassertropfen versehenen) Rezipienten auch wirklich vollkommen rein d. h. frei ist von Staubpartikeln. Zu dem Zwecke dreht man den Haupthahn H in die schiefe (45°) Position nach rechts, wodurch der Rezipient vollständig abgeschlossen wird und vollzieht nun einige Züge mit der Luftpumpe. Durch diese Verdünnung der Luft tritt alsdann eine Uebersättigung ein, es wird in dem Gefäss ein Nebel erzeugt, indem der Wasserdampf an den etwa vorhandenen und trotz des Filters eingedrungenen Fremdkörpern sich zu Tropfen kondensirt und auf die Glastheilung niederfällt. Zeigt sich also irgend ein bemerkbarer Staub d. h. beobachtet man durch die Lupe wirklich einen solchen Niederschlag, so wiederholt man die Manipulation, indem man den Hahn wieder zurück in die vertikale Stellung dreht, wodurch filtrirte Luft zu dem Rezipienten zugelassen wird, bringt dann den Hahn wieder nach rechts in seine schiefe Stellung, bewerkstelligt nun mittels des Rührers eine ordentliche Mischung der Luft und vollzieht jetzt neuerdings einige Züge mit der Pumpe. Je nachdem sich auf dem Glasgitter ein bemerkbarer Niederschlag zeigt oder nicht, wird das Verfahren eventuell noch etliche Male wiederholt; auf diese Weise werden dann alle die in dem Rezipienten enthaltenen, suspendirten Fremdkörper zu Boden gefällt und die Luft in demselben zuletzt völlig rein erhalten. Um nun auch die allfällig an der Innenseite des oberen Glasdeckels sowohl wie an dem Glasmikrometer am Boden des Rezipienten noch anhaftenden Thaupartikel zu beseitigen, erwärmt man beide ganz leicht und zwar den ersten mit Hilfe der blossen aufgelegten Handfläche, das letztere mittels eines beigegebenen, kurzen gebogenen Blasrohres, das man von unten unmittelbar mit dem Boden des Rezipienten in Kontakt bringen kann. Einige Züge mit der Pumpe genügen dann, um auch hier den Wasserdunst verschwinden zu machen und die Linien des Glasgitters auf dunklem Grunde rein und deutlich zum Vorschein zu bringen.

Der Apparat steht jetzt zur Beobachtung bereit, für welche die zu analysirende Luftprobe gewöhnlich nur in einem ganz bestimmten kleinen Bruchtheil des Rezipientvolumens eingeführt und mit der staubfreien Luft des letztern vermischt

[1]) Durchmesser der getheilten Fläche 9 *mm*.

wird. Es ist hierfür das Volumen der Pumpe (Kapazität: 15 *ccm*) in Kubikzentimeter graduirt und auf einer zweiten beigegebenen Skale finden sich die Verhältnisszahlen $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{50}$ notirt, so dass, wenn der Stempel bis zu irgend einer von ihr zurückgezogen wird, dies den Beobachter in den Stand setzt, eine ganz bestimmte Quantität der zu prüfenden Luft in den Rezipienten zu bringen, so dass, wenn sie mit der staubfreien Luft gemischt und hernach verdünnt wird, dies genau in dem angemerkten Verhältniss zum Gesammtvolumen (bezw. zur Volumeinheit) geschieht. Die Manipulationen sind hierbei kurz folgende:

Wir drehen den Haupthahn in die 45°-Stellung nach rechts, so dass er geschlossen ist, legen den Daumennagel der linken Hand an eine der Marken, beispielsweise $^1/_{10}$, ziehen den Kolben der Pumpe herunter bis zu der letzteren, schieben ihn dann wieder zurück in die Anfangslage und drehen nun den Hahn so, dass sein Griff horizontal steht: alsdann lässt diese Stellung die äussere, umgebende Luft zum Rezipienten in dem Betrage ($^1/_{10}$), in welchem sie vorher durch die Pumpe herausgenommen wurde. Hierauf stellen wir den Hahn in seine ursprüngliche, schiefe Position, benutzen ferner den Rührer, um die Luft zu mischen und zu sättigen, ziehen darauf rasch die Pumpe, prüfen jetzt das Glasmikrometer durch die Lupe und zählen die Zahl der Tröpfchen, die auf eines oder mehrere der Quadrate niedergefallen sind. — Nachdem diese Partikel gezählt sind, wird der Hahn zum Filter wieder geöffnet, nach einigen wenigen Zügen mit der Pumpe dann geschlossen, hernach nochmals expandirt, worauf die Tropfen auf dem Gitter verschwinden. Alsdann wiederholt man von neuem die oben angeführten sechs Manipulationen; diese Operation wird etwa 10 mal hintereinander ausgeführt, um eine grössere Zahl von bestimmenden Versuchen zu erhalten, deren Resultat dann die korrekten Daten für die Rechnung ergiebt. Vorausgesetzt, der Betrag dieser 10 Prüfungen ergebe im Durchschnitt 1,95 Tropfen auf das Quadrat d. h. den Quadratmillimeter, so würde dies 195 Tropfen per Kubikzentimer (gemischter) Luft im Rezipienten ausmachen. Aber da die zugelassene, unreine Luft nur im Verhältniss $^1/_{10}$ mit derjenigen im Rezipienten gemischt worden war, so müssen wir folglich, um die genauere Zahl der Staubpartikel für die äussere Luft zu bekommen, die letztere Ziffer noch mit 10 multipliziren, so dass im Ganzen 1950 solcher Staubpartikel pro Kubikzentimeter der analysirten Luft resultiren.

Bei der Analysirung der Luft in Städten, menschlichen Arbeitsstätten u. s. w. ist die Zahl der Staubtheilchen (pro *ccm* bis zu 200 000 und noch mehr) so gross, dass wir zur Untersuchung nur sehr geringe Quantitäten derselben benutzen können; in diesem Falle reichen wir mit der Maasspumpe allein nicht mehr aus, sondern wir sind dann genöthigt, auch den einen oder andern der beiden Hilfshähne H_1 bezw. H_2 zu verwenden. Die Bohrung des letztern beispielsweise fasst nur $^1/_{20}$ Kubikzentimeter oder $^1/_{1000}$ der Gesammtkapazität; wir können daher die zu prüfende, staubige Luft in dieser reduzirten Quantität in den Rezipienten einführen, dort mit der staubfreien, gesättigten Luft vermischen und nach bewirkter Verdünnung mit der Pumpe wieder wie gewöhnlich die niedergeschlagenen Tropfen zählen, die so erhaltene Zahl ist dann noch mit 1000 zu multipliziren.

Wir unterlassen es, hier weitere Instruktionen für die eingehendere Justirung und Prüfung des Instrumentes anzugeben, die sich insbesondere auf die gute Beschaffenheit der Pumpe und die sorgfältige Dichtung der einzelnen Bestandtheile des Apparates zu erstrecken haben. Verschweigen wollen wir allerdings nicht, dass das Experimentiren mit dem Apparat unter Umständen ziemlich

mühsam werden kann und schon eine grosse Uebung und Vertrautheit dazu gehört, um mit demselben zu jeder Zeit so sichere einwurfsfreie Daten zu erhalten, wie sie J. Aitken in einer seiner letzten Arbeiten[1]) uns vorgeführt hat. Auf Berggipfeln sowie in wenig bewohnten Gebirgs- und Seegegenden enthält nach Aitken's Messungen ein Kubikzentimeter Luft nur wenig mehr als 200 Staubpartikel, in der Nähe von kleinen Wohnstätten (Dörfern u. s. w.) wächst deren Zahl bis auf tausende, in Städten sogar bis auf hunderttausende und dieselbe ist je nach den Verhältnissen sehr grossen Schwankungen unterworfen. Die geringste bis jetzt zur Beobachtung gekommene Zahl von Staubpartikel, beträgt etwa 200 pro *ccm*; wie viele davon kosmischen und wie viele terrestrischen Ursprungs sind, lässt sich allerdings nicht entscheiden. Zweifellos wird auch hier die konsequent fortgeführte sorgfältige Beobachtung im Stande sein, noch eine Fülle des reichhaltigsten und wichtigsten Materials zu Tage zu fördern.

Vergleichung neuer metrischer Urmaasse.

Von
W. Marek in Wien.

Von den Urmaassen, welche die im Jahre 1889 in Paris versammelte *Conférence générale des poids et mesures* als neue nationale metrische Urmaasse sanktionirte, erwarb die k. k. österreichische Regierung die Meterstäbe No. 15 und 19, und die Kilogramme No. 14 und 33. Diese Prototype wurden durch Herrn V. von Lang in Gemeinschaft mit dem Verfasser unter Beobachtung jedweder möglichen Vorsicht nach Wien überbracht, der k. k. Normal-Aichungs-Kommission ausgefolgt und daselbst behufs Konstatirung ihrer ungestörten gegenseitigen Verhältnisse mit einander verglichen (1889—90). Mit Zustimmung der Direktion der k. k. Normal-Aichungs-Kommission wird über diese Vergleichungen Folgendes mitgetheilt.

Metervergleichungen. Die Beobachtungen wurden am grossen Universalkomparator ausgeführt. Die Distanz der Fäden der Mikroskope vom optischen Mittelpunkt des Objektivs beträgt etwa 1600 *mm*, die Objektivvergrösserung 20, die Okularvergrösserung 9. Die Beleuchtung geschieht mit 8 *Volt* × 1 *Ampere*-Lampen aus 1,5 *m* Entfernung, zentral mit halb gedeckten Objektiven. Die Vergleichungen wurden unter Wasser ausgeführt (seither ausschliesslich unter mittelschwerem Petroleum); zeitweise Reinigung der Meter mit verdünnter Salzsäure.

Im Mittel aus 189, auf die möglichen 8 relativen Lagen vertheilten, Vergleichungen erhielt man:

Bei $+ 1{,}140^\circ$ C .... $(19) - (15) = + 0{,}216\,\mu$.

Aus 168 ähnlich vertheilten Vergleichungen:

Bei $+ 17{,}509^\circ$ C .... $(19) - (15) = + 0{,}281\,\mu$. Keine Beobachtung wurde ausgeschlossen. Nach den Arbeiten des *Bureau international des poids et mesures* (*Conférence générale d. P. et M.; Rapport sur la Construction etc. Paris 1889*) ist:

$$(19) = 1\,m + 1{,}13\,\mu + 8{,}655\,\mu\,\tau + 0{,}00\,100\,\mu\,\tau^2,$$
$$(15) = 1\,m + 0{,}90\,\mu + 8{,}655\,\mu\,\tau + 0{,}00\,100\,\mu\,\tau^2.$$

Die Uebereinstimmung mit den Wiener Beobachtungen ist also vorzüglich.

[1]) *On the number of dust particles in Great Britain and on the Continent with remarks on the relation between the amount of dust and meteorological phenomena. Abstr. of paper read before the R. Society of Edinb. on February 3. 1890. Nature, Vol. 41, No. 1061, S. 394—96.*

Kilogramm-Vergleichungen. Vakuumwaage im Dunkelzimmer. Allgemeine Beleuchtung mit hohem Bogenlicht, der Skale des Spiegelablesungsfernrohres mit zwei 4 *Volt* × 0,8 *Ampere*-Lampen. Wägungen in Luft nach der Borda'schen Methode. Als Resultat von 240 Vergleichungen, bei welchen (14) mit (33) und einem Platinkilogramm Z in allen Kombinationen verglichen wurde, erhielt man:

(33) − (14) = − 0,181 *mg*. Keine Beobachtung wurde ausgeschlossen. Nach den Arbeiten des *Bureau international des poids et mesures* ist:

(33) = 1000 *g* + 0,061 *mg*,
(14) = 1000 *g* + 0,247 *mg*,

in vorzüglicher Uebereinstimmung mit den Wiener Beobachtungen.

Veränderlichkeit des Platinkilogrammes Z. Als sekundäres Ergebniss ergab sich für dieses im Jahre 1857 von Froment in Paris hergestellte Kilogramm (Aeltere Bestimmungen: D. J. Herr, *Ueber das Verhältniss des Bergkrystallkilogrammes u. s. w., Wien 1870* und Dr. L. Loewenherz, *Metronomische Beiträge, No. 2. Berlin 1875*): Z = 1000 *g* − 0,614 *mg*; und nach sorgfältigem Abwaschen mit Alkohol, reinem Wasser, Trocknnng bei 100° C und mehrtägiger Rnhe: Z = 1000 *g* − 0,684 *mg*.

Die Bestimmungen des Verfassers im *Bureau international des poids et mesures* hatten ergeben (*Travaux et Mémoires d. B. int. d. P. et M. III., S. D. 141*):

1879 Juli ... Z = 1000 *g* − 1,366 *mg*,
1879 September .. Z = 1000 *g* − 1,900 *mg*,
1882 Dezb. — 1883 Jan. Z = 1000 *g* − 1,350 *mg*.

Verhältniss zu älteren Urmaassen. Die bisher gesetzlichen österreichischen Urmaasse, das Glasmeter G_{II} und das Quarzkilogramm ⊙ᵏ von Steinheil, wnrden mit den neuen Prototypen noch nicht direkt verglichen; wohl geschah dies aber mit den messingenen Manipulationsnormalen der k. k. Normal-Aichungskommission. Die Gleichnngen der Manipnlationsnormale wurden bislang aus Vergleichungen mit den obgenannten Urmaassen hergeleitet (Meter 1876, Kilogramme das letztemal 1887), wobei beim Längenmaass die Länge des Glasmeters bei 0° C. dem Gesetze (welches die Ausdehnung nicht fixirt) nach, die Ausdehnung der Stäbe aber nach hiesigen Bestimmungen angenommen wurde. Die neuen aus den Vergleichungen mit den neuen Prototypen gewonnenen Gleichungen weichen, nach Rednktion auf gemeinsame Temperaturskale, von den früheren ab: Beim Meter um + 0,85 μ bei 0° C., um + 1,53 μ bei 12° C. und um + 3,18 μ bei 24° C.; beim Kilogramm um − 0,37 *mg*. Aller Voraussicht nach steht also zu erwarten, dass die wegen dringender Arbeiten vertagte direkte Vergleichung der alten Urmaasse mit den neuen eine sehr befriedigende Uebereinstimmung derselben ergeben wird.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Neue Statuten der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte.

Von **Dr. Hugo Krüss** in Hamburg.

Die altehrwürdige, alljährlich stattfindende Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte hat sich durch die Verhandlungen in den Jahren 1888 und 1889 in Köln und Heidelberg in eine mit juristischen Rechten ausgerüstete und mit ausführlichen Statuten versehene Gesellschaft verwandelt. Es geht ihr aber wie dem lebensfrischen und munter beweglichen Knaben; der neumodische Anzug verhindert noch die vollständige Behaglichkeit und lähmt vorerst die freie Beweglichkeit, ja wird vielleicht als Zwangsjacke

empfunden. Da werden denn Versuche gemacht, das neue Gewand etwas bequemer zu machen und zu erweitern, um ein ferneres Wachsen des dadurch umschlossenen Organismus zu ermöglichen. Als ein solcher, im Allgemeinen dankend zu begrüssender Versuch, ist der vor einiger Zeit den Mitgliedern von Seiten des Vorstandes zugegangene Vorschlag zur Aenderung der Statuten zu betrachten.

Dieser Vorschlag bezieht sich im Wesentlichen auf zwei Punkte. Durch die Heidelberger Statuten wurden die örtlichen Geschäftsführer allzusehr eingeengt und in ihrer Bedeutung beschränkt, während ihnen die riesige Arbeit der Veranstaltung der Versammlung voll und ganz aufgebürdet blieb. Ihnen soll wieder freiere Bewegung gegeben werden.

Dann soll ein wissenschaftlicher Ausschuss geschaffen werden entsprechend einem Vorschlage, welchen die mathematisch-astronomische Abtheilung in Bremen einbrachte. Dieser wissenschaftliche Ausschuss soll nach §. 15 des neuen Statutenentwurfes aus Abgeordneten der Abtheilungen bestehen und vom geschäftsführenden Vorstande alle Beschlüsse unterbreitet erhalten, welche einer Genehmigung der Gesellschaft bedürfen. Sein Titel deutet aber darauf hin, dass er gegenüber dem lediglich die Geschäfte führenden Vorstande die Erfüllung der wissenschaftlichen Aufgaben der Gesellschaft im Auge zu behalten habe, sodass an Stelle des Zufälligen in den bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten der Naturforscher-Versammlungen ein gewisses zielbewusstes Streben gesetzt wird, welches es ermöglicht, dass zwischen den einzelnen auf einander folgenden Versammlungen auch in wissenschaftlicher Beziehung ein Zusammenhang bestehe und dadurch eine fortschreitende Entwicklung sich anbahne.

Der Vorschlag der mathematisch-astronomischen Abtheilung lässt nun diesen wissenschaftlichen Ausschuss aus je einem Abgeordneten jeder Abtheilung bestehen. Der Vorstand scheint dagegen erwogen zu haben, dass es unthunlich sei, die an Alter, Betheiligung und Bedeutung so sehr verschiedenartigen Abtheilungen in Bezug auf die Vertretung im Ausschusse vollständig gleichzustellen. Deshalb schlägt er die Bildung von 15 Hauptabtheilungen vor und weist jeder derselben 3 Abgeordnete zu. Im Prinzip liesse sich hiergegen vielleicht nicht viel einwenden, aber in der Praxis wird die Zusammenlegung von Unterabtheilungen zu Hauptabtheilungen nie ohne Zwang abgehen. Als Beispiel sei der uns besonders interessirende Vorschlag angeführt, unter der Hauptabtheilung VII „Angewandte Naturwissenschaften" die Fächer: Naturwissenschaftliche Pädagogik, Instrumentenkunde und Landwirthschaft zusammen zu fassen. Dazu würden also die bisherigen Abtheilungen 29, 30 und 32 gehören. Diese hätten gemeinsam 3 Vertreter in den Ausschuss zu wählen. Das scheint rein unmöglich, denn die Interessen dieser drei Gruppen sind allzu verschieden. Man wird entgegnen, die Lösung liege sehr nahe; man nehme aus jeder der drei Gruppen einen der drei Vertreter. Dann sehe ich aber nicht ein, warum man nicht von vornherein jeder Abtheilung statutenmässig einen Vertreter zubilligen soll. Denn ob bei sehr verschiedener Stärke dreier so vereinigter Abtheilungen stets auch der kleinsten ein Abgeordneter von der Majorität wird zugebilligt werden, erscheint sehr zweifelhaft, und die Dreizahl der Unterabtheilungen ist doch auch nur Zufall, in wenig Jahren können es vier oder fünf Abtheilungen geworden sein, die einer Hauptabtheilung zuzuzählen sind.

Jede Abtheilung aber, welche sich einmal das Bürgerrecht auf der Naturforscher-Versammlung errungen hat, hat auch ein dringendes Interesse daran, im wissenschaftlichen Ausschuss vertreten zu sein. Es mag einer neugebildeten Abtheilung immerhin erst im zweiten Jahre ihres Bestehens, nachdem sie ihre Existenzberechtigung dargethan hat, eine solche Vertretung gewährt werden. Aber gerade eine neue Abtheilung, die einen jungen Zweig der Wissenschaft bearbeitet, hat ein lebhaftes Interesse daran, im Zentralorgan vertreten zu sein, und auch dieses, der wissenschaftliche Ausschuss, muss seiner wissenschaftlichen Stellung wegen in seiner Zusammenstellung den derzeitigen Stand der Naturwissenschaft wiederspiegeln.

Man könnte nun daran denken, für jede Abtheilung nach Anzahl ihrer Mitglieder die Anzahl der Vertreter zu bestimmen, also z. B. für je 25 Mitglieder einen Vertreter. Dieser Gedanke ist aber schlecht durchführbar, weil bei der so sehr wechselnden Betheiligungsziffer bei den einzelnen Naturforscher-Versammlungen die Stärke des Ausschusses fortwährend schwanken würde. Man muss deshalb einen Mittelweg einschlagen, z. B. den, dass die Stärke des Ausschusses auf 50 festgesetzt werde, dass jede Abtheilung mindestens einen Vertreter wähle und dass der wissenschaftliche Ausschuss stets für eine Dauer von etwa 5 Jahren bestimme, welche Abtheilungen mehr als einen Vertreter wählen dürfen.

Ein äusserst bedenklicher Punkt der Vorschläge des Vorstandes ist aber die Art der Wahl dieser Vertreter. Die einzelnen Abtheilungen sollen nicht frei wählen können, sondern nach einer vom Vorstande ausgearbeiteten Vorschlagsliste. Ein derartiger reaktionärer Vorschlag kann der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte nur zum Nachtheil gereichen. Ist denn Gewähr dafür gegeben, dass durch eine solche Zwangswahl die Interessen der Abtheilungen wirklich im Ausschusse vertreten werden? Sind denn die einzelnen Abtheilungen wirklich so unmündig, dass sie in solcher Weise bevormundet werden müssen?

Der Vorstand schlägt hiermit einen entschieden verkehrten Weg ein. Er kann gar nicht wissen, welche Männer mit den Arbeiten und Zielen einer Abtheilung so vertraut sind, dass sie würdig und fähig sind, deren Interessen im Ausschusse kräftig zu fördern. Das Merkwürdigste aber ist, auf welche Weise der Vorstand zu einer Vorschlagliste gelangen will. Er will sich zu diesem Zwecke mit den verschiedenen für einzelne Zweige der Naturforschung und Medicin gebildeten Sondergesellschaften in Verbindung setzen. Ganz abgesehen davon, dass eine solche Sondergesellschaft einmal in vollkommenem Gegensatz zu der betreffenden Abtheilung der Naturforschergesellschaft stehen kann, so ist es doch klar, dass beide häufig aus ganz anderen Kreisen der Theilnehmer bestehen. Mancher Arzt, der noch nicht ganz in seinem Berufe untergegangen ist, erhält den Zusammenhang mit seiner Spezialwissenschaft und den übrigen Zweigen der Naturforschung aufrecht durch Besuch der Naturforscher-Versammlung; zur Betheiligung an den Arbeiten der Spezialgesellschaft lässt ihm aber die Mühe des täglichen Lebens keine Zeit; soll er sich nun von der Sondergesellschaft, zu der er gar keine Beziehungen hat, bevormunden lassen?

Dieser Vorschlag des Vorstandes muss entschieden zurückgewiesen werden. Wem die freie und kräftige Entfaltung der Naturforscher-Versammlung am Herzen liegt, der muss dagegen auftreten und ich hoffe, dass auch die Abtheilung für Instrumentenkunde auf der Versammlung in Halle in diesem Sinne sich stellen wird. Sie gehört zudem, wenn sie überhaupt als Unterabtheilung behandelt werden soll, ganz unzweifelhaft zu derjenigen Abtheilung, von welcher sie sich abgezweigt hat, nämlich zur Physik und nicht in eine Gruppe mit Pädagogik und Landwirthschaft.

Internationaler Elektrotechniker-Kongress zu Frankfurt.

Im unmittelbaren Anschluss an den Deutschen Mechanikertag findet in der Zeit vom 7. bis 13. September d. J. ein internationaler Elektrotechniker-Kongress in Frankfurt a. M. statt, zu welchem ein aus zahlreichen Elektrotechnikern und Vertretern verwandter Fächer bestehender internationaler Ausschuss Einladungen erlassen haben.

Das Ehren-Präsidium des Kongresses hat der Herr Staatssekretär des Reichspostamtes Dr. v. Stephan in Berlin angenommen. — Herr Geheimer Regierungsrath Dr. Werner v. Siemens in Charlottenburg hat die Güte, den vorbereitenden Ausschuss zu unterstützen und die Leitung der Eröffnungssitzung zu übernehmen.

Folgende Vorträge sind bereits angemeldet:

Carhart-Ann-Arhor: 1) Ersatz der galvanischen Elemente in der Telegraphie durch Dynamomaschinen. 2) Stromregulatoren für Dynamomaschinen. Dolhear-College Hill: *Electrical Terminology*. von Dolivo-Dobrowolsky-Berlin: Elektrische Arbeitsübertragung mittels Wechselstrom. Epstein-Frankfurt a. M.: Verwendbarkeit von elektromagnetischen, also mit Eisen versehenen Messinstrumenten für Wechselstrom. Fenssner-Charlottenburg: Material und Konstruktion für Messinstrumente. Frölich-Berlin: 1) Objektive Darstellung von Schwingungskurven und elektrisch akustische Versuche. 2) Erzeugung und Anwendung des Ozons. Holborn-Charlottenburg: Ueber das magnetische Verhalten verschiedener Eisenlegirungen. Hummel-Nürnberg: Direkte Bestimmung der Magnetisirungsarbeit und der Ströme im Ringeisen. Kahle-Charlottenburg: Die zulässigen Fehlergrenzen aichbarer Messinstrumente in Bezug auf Erwärmung, Remanenz u. s. w. Kareis-Wien: 1) Verhütung des Mithörens der in Telephondrähten auf demselben Gestänge geführten Gespräche. 2) Verhütung von Störungen der telephonischen Korrespondenz durch Starkströme. 3) Verbesserung der Leitungsfähigkeit von Telegraphenleitungen. Kohlrausch-Hannover: Welches ist der geeignetste Bildungsgang für den Elektrotechniker? Loewenherz-Charlottenburg: Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Elektrotechnik und Feinmechanik. May-Frankfurt a. M.: Vorschriften über elektrische Leitungen vom Standpunkt der Feuerversicherungs-Gesellschaften. Meissner-Göttingen: Verwendung des Lippmann'schen Kapillar-Elektrometers zur Kabeltelegraphie. Müller-Hagen: Schaltung von Akkumulatoren für kleine und grosse Betriebe. Peukert-Braunschweig: Zur Frage der Elektrizitätszähler. Rothen-Bern: Wichtige Fragen auf dem Gebiete des Fernsprechwesens.

Vorträge mit dem Vorbehalt späterer Bestimmung des Gegenstands sind ferner angemeldet von Alioth-Basel, Arnold-Riga, Du Bois-Berlin, Ferraris-Turin, Görges-Charlottenburg, Grawinkel-Berlin, Quincke-Heidelberg, und Slaby-Charlottenburg.

Die Vorträge und Diskussionen sollen in Buchform herausgegeben und den Theilnehmern kurze Zeit nach Beendigung des Kongresses zugestellt werden.

In der Zeiteintheilung für die Tagung des Kongresses ist der Besuch der Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feinmechanik vorgesehen.

Anmeldungen zur Theilnahme werden möglichst frühzeitig an den Vorstand der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. zu richten sein.

Die Theilnehmerkarte, für welche voraussichtlich ein Betrag von 16 Mk. erhoben werden wird (Damenkarten 10. Mk.), enthält 8 Karten zum Eintritt in die Elektrotechnische Ausstellung und berechtigt zum freien Eintritt in den Palmengarten und in den Zoologischen Garten während der ganzen Dauer des Kongresses vom 7. bis 13. September. Für das Festmahl, die Festvorstellung im Opernhaus, für den Festball sowie für einen Ausflug nach Wiesbaden sind besondere Karten zu lösen.

Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feintechnik zu Frankfurt a. M. vom 26. August bis Ende September 1891.

Der Vorstand des Deutschen Mechanikertages hat gemeinsam mit dem vorbereitenden Ausschuss für den internationalen Elektrotechniker-Kongress Einladungen zu der in der Zeit vom 26. August bis Ende September d. J. in Frankfurt a. M. stattfindenden Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feintechnik (Mechanik, Elektrotechnik, Optik, Glasbläserei u. s. w.) ergehen lassen.

Die Ausstellung soll ein anschauliches Bild aller für die Feintechnik nothwendigen Rohmaterialien, Halbfabrikate, Hilfstheile, Werkzeuge, sowie Hilfsgeräthe und Hilfsmaterialien für den Werkstattsbetrieb geben und etwa folgende Gegenstände umfassen:

I. Rohmaterialien:

a) Metalle: Eisen (schmiedbarer Guss, Eisennickel und andere Eisenlegirungen); Stahl (Wolframstahl, Manganstahl u. s. w , Stahl für Magnete); Kupfer; Messing

und Rothguss (eisenfreier Guss); Bronze (Spiegelmetall u. s. w.); Lagermetalle; Zink (chemisch reines Zink); Zinn (Staniol); Blei; Aluminium (Aluminiumbronze); Nickel (Neusilber, Nickelin, Patentnickel u. s. w.); Manganverbindungen; Silber; Platin (Platiniridium); Quecksilber.

b) Glas: Gefässe; Röhren; Spiegelglas; Farbengläser; Glas für Glühlampen; optisches Glas.

c) Steine: Lagersteine (Achat u. s. w.); Marmor; Schiefer; Serpentin; Glimmer u. s. w.

d) Porzellan und dergl.

e) Elfenbein, Celluloid, Holz, Steinpappe und dergl.

f) Gummi, Kautschuk, Fiber und dergl.

g) Jute, Hanf, Leder u. s. w.

h) Rohmaterialien für Elemente und für die Herstellung von Kohle zu Beleuchtungszwecken.

II. Halbfabrikate und Hilfstheile:

Kohle für elektrische Zwecke; Bleche; Drähte (besponnene Drähte); Façonstücke; Rohre (Präzisionsrohre, gezogene Profilrohre); Profilleisten; Uhrfedern, Stahlbänder; Triebe, Zahnstangen; Metallstreifen für Theilungen; Wasserstandsgläser; Deckgläser; Spiegel; Linsen; Batteriegläser; facettirte Gläser; Isolatoren aus Glas, Porzellan u. s. w.; Kästen (Etuis u. dergl.).

III. Werkzeuge:

Feilen; Sägen; Stichel; Fräsen; Bohrer; Reibahlen; Schrauben; Schneidzeuge; Hämmer; Zangen; Feilkloben; Schraubstöcke; Taster; Lehren; Stempel; Drehstähle; Drehbänke; Futter; Schleifmaschinen; Bohrmaschinen; Hobelmaschinen; Fräsemaschinen; Räderschneidemaschinen; Theilmaschinen; Storchschnäbel u. s. w.; Löth-, Schmelz- und Härtungseinrichtungen; Glasblaseinrichtungen; Aetzeinrichtungen; Maassstäbe; Zeichengeräthe u. s. w.

IV. Hilfsgeräthe und Hilfsmaterialien für den Werkstattsbetrieb:

Diamant; Schmirgel; Sandpapier; Sandstein; Oelstein; Blaustein; Graustein und dergl.; Polirmittel; Pinsel und Putzbürsten; Maschinenriemen; Lederschnüre, Darmsaiten; Schmieröle; Lothe; Lacke; Beizen; verschiedene Chemikalien; Lupen; Verbandzeug; Schutzbrillen u. s. w.

Die Vorführung der ausgestellten Materialien und Werkzeuge wird einen besonderen Gegenstand unter den Verhandlungen des Mechanikertages, sowie unter denjenigen des Elektrotechnikerkongresses bilden. Betriebskraft für die auszustellenden Maschinen kann zur Verfügung gestellt werden.

Der Vorstand des Mechanikertages hat zugleich im Namen des vorbereitenden Ausschusses für den Elektrotechnikerkongress die Vorarbeiten zu der Sonderausstellung übernommen. Bezügliche Anfragen sind an den Vorsitzenden des ersteren, Direktor bei der Physikal.-Techn. Reichsanstalt Dr. Loewenherz, Charlottenburg, Berlinerstr. 151, zu richten.

Referate.

Beobachtungen über die spezifische Wärme des flüssigen Schwefels.

Von Dr. Johannes Classen. *Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. VI.*

Um der Frage näher zu treten, wie sich die innere Beschaffenheit der verschiedenen Formen des Schwefels durch das Latentbleiben einer mehr oder weniger grossen Wärmemenge charakterisirt, hat der Verfasser zunächst die spezifische Wärme des dünnflüssigen Schwefels (zwischen 116° C und 136° C) bestimmt. Er verfuhr so, dass er einer gewogenen Menge der zu untersuchenden Substanz durch den elektrischen Strom eine berechnete Wärmemenge zuführte und die entstehende Temperaturdifferenz beobachtete.

Zur Aufnahme des Schwefels diente ein zylindrisches Platingefäss, welches etwa 80 *ccm* fasste. Es war oben eingekittet in einen Thonring, der durch einen innen mit einer sehr schlecht leitenden Masse (aus Wasserglas, Kreide, Asbest) gefüllten Messingdeckel durch Verschraubung fest verschlossen werden konnte. Dies Gefäss ragte in ein etwas grösseres innen platinirtes Messinggefäss derartig, dass beide Gefässe überall durch einen Luftraum getrennt waren. Das Messinggefäss wiederum befand sich in einem Paraffinbade, welches während des Versuches durch einen Regulator auf konstanter Temperatur erhalten wurde. Man konnte annehmen, dass während der kurzen Dauer eines Versuches (3 bis 4 Minuten) keine in Betracht kommende Wärmemenge nach oben durch die schlecht leitenden Massen abgeführt würde, sobald einmal die letzteren die Temperatur des Paraffinbades angenommen hatten. Dann fand nur gegen das Messinggefäss Wärmeaustausch statt, und dieses liess sich hinreichend genau berechnen.

Durch den Deckel ragte in das Schwefelgefäss eine hohle Glasaxe. Diese trug unten im Innern des Gefässes ein als Rührvorrichtung dienendes Glasgestell und oben ein Zahnrad, durch welches mit Hilfe eines kleinen Motors und einer geeigneten Uebertragung der Rührer in eine um etwa 180° hin- und herschwingende Bewegung versetzt wurde. Um diesen Rührer war eine 3 *mm* dicke Spirale aus einem 6,5 *m* langen und 0,2 *mm* dicken Platindraht derartig gewickelt, dass sich die einzelnen Windungen nirgends berührten. Ihre Enden waren durch die Axe des Rührers isolirt nach aussen geführt und mit der Stromquelle (Akkumulatoren) verbunden. Durch den Messingdeckel ragte weiter in das Innere des Schwefelgefässes zur Bestimmung der Temperatur ein Thermometer mit willkürlicher Skale, deren Werthe durch Vergleichung mit dem Jolly'schen Luftthermometer festgestellt waren und deren Ablesung eine Temperaturbestimmung auf etwa 0,01° gestattete.

Die dem Schwefel in Gestalt von Wärme zugeführte Energie wurde gemessen durch ein Fröhlich'sches Elektrodynamometer. Zu dem Zweck wurden die beiden festen Rollen parallel verbunden und als Nebenschluss an die Enden einer Spirale von dickem Neusilberdraht gelegt, welche zwischen Platindraht und Stromquelle eingefügt war, während die bewegliche Rolle mit einem vorgeschalteten grossen Widerstande von 5000 *Ohm* zu dem Platindraht in Nebenschluss gebracht war. Das Elektrodynamometer wurde geaicht, indem ein Silbervoltameter in den Stromkreis geschaltet und an die Enden des Platindrahtes ein Torsionsgalvanometer gelegt wurde. So liess sich für jeden Ausschlag des Dynamometers die Wärmemenge bestimmen, welche in dem Platindraht mit seinen Zuleitungen und in der beweglichen Rolle des Elektrodynamometers mit dem vorgeschalteten Widerstande erregt wurde. Aus den bekannten Widerständen der einzelnen Theile berechnete sich dann die Wärmemenge, welche in dem Platindraht allein erzeugt wurde.

Bei einem Versuche wurde folgendermaassen verfahren: Das Paraffinbad wurde etwa zwei Stunden lang geheizt, während sich das Platingefäss leer in ihm befand. Sobald alles eine konstante Temperatur (etwa 136° C) angenommen hatte, wurde der Schwefel eingegossen und der Rührer in Thätigkeit gesetzt. Nachdem auch die Temperatur des Schwefels konstant geworden war, wurde das Schwefelgefäss aus dem Paraffinbade entfernt und erst, wenn es sich auf etwa 114° C abgekühlt hatte, dahin zurückgebracht. Nun wurde das Steigen der Temperatur des Schwefels zugleich mit der Uhr beobachtet. Sobald 116° C erreicht waren, wurde der Strom geschlossen und erst wieder geöffnet, nachdem 136° C erreicht waren. Jetzt wurde wieder die Uhr abgelesen. Danach konnte das Schwefelgefäss von Neuem entfernt und nach wenigen Minuten ein weiterer Versuch ausgeführt werden.

Die Messungen wurden mit käuflichem Stangenschwefel angestellt, theilweise ohne dass er vorher auf eine höhere Temperatur als die beim Versuch benutzte erhitzt war, theilweise nach mehrstündiger Erwärmung auf 210° bis 230°. Es zeigte sich, dass die Erhitzung auf über 200° zunächst eine Erhöhung der spezifischen Wärme mit sich bringt,

dass aber die letztere allmälig wieder ihren Minimalwerth annimmt. Den letzteren fand der Verfasser zu 0,231, während sich der Maximalwerth aus seinen Beobachtungen zu 0,259 ergab. *E. Br.*

Ueber ein elektrochemisches Aktinometer.

Von H. Rigollet. *Annales de Chimie et de Physique. VI.* **22.** *S. 567. (1891.)*

Nach einer schon früher gegebenen Notiz (*Comptes Rendus* **106.** *S. 1474. 1888.*) haben die Herren Gouy und Rigollet gefunden, dass, wenn man oxydirte Kupferlamellen in die Lösung eines metallischen Chlorides, Bromides oder Jodides taucht, sich die entwickelte elektromotorische Kraft sehr empfindlich zeigt gegen Lichtstrahlen, selbst wenn letztere auch nur ganz geringe Intensität besitzen, eine Eigenschaft, die folglich zur Konstruktion eines elektrochemischen Aktinometers verwendet werden kann; es ist auch in *dieser Zeitschrift 1888 S. 324* über einen hierauf basirenden Apparat bereits einmal referirt worden, worauf wir verweisen. — Bei offenem Stromkreis erzeugt das diffuse Tageslicht in dem Elemente eine elektromotorische Kraft von mehreren tausendstel *Volt,* die direkte Sonnenstrahlung eine wenig geringere als 0,1 *Volt*; bei geschlossenem Elemente und einem Widerstande von etlichen 100 *Ohm* ist dieselbe noch etwas grösser.

In weiterer Ausdehnung seiner bezüglichen Untersuchungen verwendete Herr Rigollot Lösungen von $^1/_{1000}$ Chlor-, Brom- und Jodnatron in Wasser. Die benutzten Lamellen hatten eine Länge von 15 *cm* auf 1 *cm* Breite und tauchten in die in einem weiten Probirglase wohl verschlossene Flüssigkeit. Eine betreffende Studie mit Hilfe gefärbter Gläser, die in den Gang der Lichtstrahlen eingeschaltet wurden, ergab, wie übrigens schon Becquerel für verschiedene Versuchslösungen dargethan, dass bei den gewählten Lösungen die elektromotorische Kraft in bestimmter Weise variirt mit der Farbe. Aehnliche Resultate fanden sich auch für die einzelnen Theile des Spektrums, dessen Einfluss auf das elektrochemische Aktinometer des nähern untersucht wird. So zeigte sich beispielsweise bei Anwendung einer Lösung von Chlornatron, dass die Empfindlichkeit des Aktinometers langsam wächst von den rothen Strahlen ($\lambda = 0{,}7\ \mu$) bis zu den grün-blauen ($\lambda = 0{,}5\ \mu$), wo sie ein Maximum erreicht; dann vermindert sie sich rasch für die violette Strahlung ($\lambda = 0{,}4\ \mu$); für noch kleinere Wellenlängen ist der Apparat ganz unempfindlich.

Betreffs der weiteren Ergebnisse verweisen wir auf die Originalarbeit. *M.*

Ein automatischer Lampenanzünder.

Von Shelford Bidwell. *The Nature.* **43.** *Nr. 1113. (1891.)*

Das Selen hat bekanntlich die merkwürdige Eigenschaft, dass die elektrische Leitungsfähigkeit dünner Schichten sich sehr stark mit der Intensität der Beleuchtung des Präparates ändert, und zwar nimmt der Widerstand um die Hälfte und mehr ab, wenn eine „Selenzelle", welche sich vorher im Dunkeln befand, plötzlich der Wirkung von diffusem Tageslicht ausgesetzt wird. Diese Widerstandsänderung, welche übrigens bei allmälig sich ändernder Beleuchtungsintensität auch allmälig vor sich geht, hat Bidwell dazu benutzt, eine Glühlampe automatisch in Thätigkeit zu setzen. — Die Magnetrollen eines sehr empfindlichen Relais sind mit der Selenzelle und einer Batterie von 24 kleinen Leclanché-Elementen zu einem Stromkreis vereinigt. Das Selenpräparat wird in der Weise hergestellt, dass man zwei sehr feine Kupferdrähte, welche als Stromzuleitungen dienen, in sehr geringem Abstand von einander gleichzeitig um ein Glimmerblatt herum aufwickelt; die eine Seite wird dann dadurch mit einer ganz dünnen Selenschicht bedeckt, dass man dies Material auf dem Glimmerblatt in geringer Menge zum Schmelzen bringt und gleichmässig vertheilt. Die benutzte Zelle hatte im Dunkeln bei einer Fläche von 5,6 × 1,8 *cm* einen Widerstand von 52 000 *Ohm*; ausführliche Angaben über die Art der Herstellung findet man in *The Nature,* **23.** *S. 58.*

Die beiden Enden eines zweiten Stromkreises, der eine kleine Glühlampe für 8 *Volt* und eine Batterie enthielt, waren mit der Zunge des Relais bezw. mit einem der beiden Kontakte in Verbindung, zwischen welchen die Zunge mit ganz geringem Zwischenraum spielte. Die Anordnung war so getroffen, dass die Lampe automatisch angezündet wurde, wenn die Intensität der Beleuchtung, z. B. bei eintretender Dämmerung, unter eine gewisse Grenze sank.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass die hier benutzte Eigenschaft des Selens mannigfacher Anwendung fähig ist, sei es um Aenderung der Beleuchtung automatisch zu registriren oder durch periodische Aenderung der Beleuchtung Zeiten zu messen. *Lck.*

Die Kochs-Wolz'sche Mikroskopirlampe.

Von P. Schiefferdecker. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **7.** *S. 450.* (*1890*) *und* **8.** *S. 53.* (*1891.*)

Verfasser beschreibt und bespricht eine Abänderung der in *dieser Zeitschrift* bereits mehrfach (*1888 S. 257 u. 441*) erwähnten Mikroskopirlampe, durch welche eine wesentliche Verbesserung der Wirkung derselben erzielt wird. Das Prinzip der Fortleitung des Lichtes durch einen Glasstab, dessen Vorzüge darin bestehen, dass die Lichtquelle weder den Beobachter noch das Objekt durch Wärmestrahlung benachtheiligt und eine solche Aufstellung der Lampe gestattet, dass das Auge des Beobachters nicht gestört wird, ist auch hier beibehalten. Die Verbesserung bezieht sich auf eine bequemere Montirung und vornehmlich auf den Ersatz der ursprünglich angewendeten kleinen Petroleumlampe durch eine quantitativ und qualitativ befriedigende und leicht regulirbare Lichtquelle. Die kleine Petroleumlampe besass eine bei der Natur des von ihr ausgehenden Lichtes zu geringe Leuchtkraft, um die erforderliche Korrektur der gelben und rothen Strahlen zu gestatten; Versuche mit dem Auer'schen Gasglühlicht ergaben in letzterer Beziehung bessere Resultate, doch reichte auch seine Intensität nicht ganz aus. Nach allen Richtungen befriedigende Ergebnisse lieferten Versuche mit Zirkonglühlicht unter Anwendung einer Gassauerstoffflamme.



Die in nebenstehender Figur perspektivisch dargestellte Lampe der neuen Form ist in einem mittels Triebkopf *k* an der Stativsäule *L* der Höhe nach verstellbaren Metallzylinder *C* untergebracht, welcher auf der Rückseite einen Fensterausschnitt enthält, durch den man die Theile übersehen und ihre richtige Lage zu einander kontroliren kann. Durch die Hahnrohre *G* und *O* werden Gas und Sauerstoff einer Brennerdüse *D* zugeführt, deren Stichflamme auf die vordere Fläche des Zirkonleuchtkörpers *Z* gerichtet ist und diese zum Leuchten bringt. Gegenüber der Leuchtfläche steht in kurzem Abstande das Ende des mittels einer aufgekitteten Hülse in der schrägen Rohrtülle *r* des Zylinders *C* befestigten Lichtführungsstabes *W*, dessen freies Ende passend aufwärts gebogen ist. Zwischen diesem freien Ende und dem Metallzylinder ist ein Pappschirm *S* zur Abhaltung der vom Zylinder ausgestrahlten Wärme angeordnet (in

der Figur nur zum Theil angedeutet) an dessen unterem Theil ein dunkles, den Glasstab W bedeckendes Tuch T befestigt ist, wodurch jeder störende Lichteffekt ausgeschlossen wird.

Die Zufuhr von Sauerstoff ist so zu reguliren, dass die Flamme nicht rauscht oder zischt; die Helligkeit kann alsdann lediglich durch Regulirung der Gaszufuhr in weiten Grenzen passend geändert werden. Das freie Ende des lichtführenden Stabes wird dabei stets bis dicht unter die Blendöffnung des Mikroskopes geführt. Eine Variirung der Helligkeit durch Entfernung des Glasstabes von der Blendöffnung fand Verfasser unthunlich wegen der dadurch auftretenden störenden Aberrationserscheinungen. Will man die Lampe für einen Abbe'schen Beleuchtungsapparat verwenden, so tritt an die Stelle des gebogenen ein starker gerader Glasstab, dessen freies Ende der Mitte des Konkavspiegels in einer Entfernung von 9 bis 10 *cm* gegenübergestellt wird.

Das von dieser Lampe ausgehende Licht kommt dem weissen Wolkenlicht sehr nahe und bietet in dieser Beziehung einen Vortheil dem in der Färbung wie Intensität sehr variablen Tageslicht gegenüber. Hierin und besonders in der Möglichkeit, die Intensität des Lichtes beliebig abzustufen, sieht Verfasser den Hauptvorzug dieser Lampe, deren Maximalintensität selbst für die stärksten Vergrösserungen noch mehr als ausreicht.

Bezüglich des Preises und der Betriebskosten erwähnt Verf., dass die Lampe mit einem gebogenen und einem geraden Glasstabe von M. Wolz in Bonn zum Preise von 50 M., ein Zirkonzylinder für 2,40 M. geliefert wird. Ein Sauerstoffballon, wie ihn die Fabrik von Dr. Elkan[1]) für 80 M. liefert, enthält eine Füllung von 1000 Liter Sauerstoff, welche 12 M. kosten. Die Lampe verbraucht für die Brennstunde 30 Liter Sauerstoff und etwa ebensoviel Leuchtgas, die Kosten der Brennstunde würden sonach nicht ganz 37 Pfennige betragen. Da dem Vernehmen nach sowohl im Krupp'schen wie in anderen grossen Etablissements die Darstellung von Sauerstoff in grösserem Maassstabe geplant wird, so steht zu erwarten, dass der Preis dieses Gases erheblich sinken und so die Anwendung der Lampe in weiterem Umfange ermöglicht werden wird.

Für die Fälle, in denen Leuchtgas nicht zur Verfügung steht, erhält man nach Vorversuchen von Herrn Wolz ein reichlich ebenso intensives Licht bei Anwendung von karbonisirtem Sauerstoff. Einen Abschluss haben die zu diesem Zwecke angestellten Versuche indessen noch nicht gefunden.

In einem Nachtrage zu vorstehenden Mittheilungen macht Verf. noch folgende Angaben über den Gegenstand:

„Die Leuchtkörper sind inzwischen noch besser und haltbarer geworden; sie sind jetzt so widerstandsfähig, dass ein Abplatzen nicht mehr zu befürchten ist. Man thut gut, mit dem Lichtquantum möglichst sparsam zu verfahren. Häufig ist es besser, das Stabende nicht unmittelbar unter die Blendöffnung zu bringen, sondern ein klein wenig tiefer einzustellen; wie viel, probirt man am Besten aus. Als Zuleitungsschläuche für die Gase verwende man keine neuen Schläuche; dieselben enthalten in der Regel noch Staub, dieser setzt sich in dem sehr genau gearbeiteten Brenner fest und verstopft denselben theilweise, wodurch natürlich die Flamme und damit das Licht erheblich beeinträchtigt wird." *Pensky.*

Bemerkung zu dem Referate „Quecksilberluftpumpe mit selbstthätigem Betrieb durch Wasserdruck".

In dem oben bezeichneten Referate (*S. 229 dieses Jahrgangs*) ist zu der Bemerkung des Herrn Referenten, dass dem Wunsche Neesen's (*diese Zeitschr. 1889 S. 345*) auf Vermeidung von Schlauchverbindungen nicht Rechnung getragen sei, der Hinweis hinzuzufügen, dass in der von Prof. H. Kronecker konstruirten Quecksilberluftpumpe (*diese Zeitschr. 1889 S. 280*) dies Verlangen erfüllt ist.

[1]) Berlin N., Tegelerstrasse.

Vereins- und Personennachrichten.

Die von Prof. Abbe im Jahre 1889 errichtete Carl Zeiss-Stiftung, welche neuerdings die Rechte einer juristischen Person erhalten hat, ist Inhaber der optischen Werkstatt von Carl Zeiss und Mitinhaber des Glastechnischen Laboratoriums von Schott & Gen. in Jena geworden. Die bisherigen Inhaber der Zeiss'schen Werkstatt, die Herren Prof. E. Abbe und Dr. R. Zeiss haben alle ihre Rechte an die genannte Stiftung übertragen. Prof. Abbe hat sich, wie er in einem Rundschreiben mittheilt, hierzu entschlossen, um „für die wirthschaftliche Sicherung und sachgemässe Verwaltung der beiden Geschäftsunternehmungen auch für eine entferntere Zukunft grössere Gewähr zu schaffen, als Privatinhaber auf die Dauer zu bieten vermögen, und um hierzu geeignete Einrichtungen schon bei seinen Lebzeiten vorbereiten zu können".

Die Geschäftsleitung der Firma Carl Zeiss ist Herrn Prof. Abbe im Verein mit den Herren Dr. S. Czapski und Dr. O. Schott, welche Einzel-Prokura erhalten haben, übertragen worden und auch bei der Firma Schott & Gen. setzt Herr Prof. Abbe als Vertreter der Stiftung seine Thätigkeit fort.

Wir glauben es dem äusserlicher Anerkennung abholden Sinne Prof. Abbe's schuldig zu sein, dass wir uns ein näheres Eingehen auf diesen hochherzigen und besonders in unserer Zeit bedeutsamen Schritt versagen.

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Elektrizitätszähler. Von E. Meylan und W. Rechniewski in Lausanne. No. 7434 Kl. 21. Angemeldet 6. August 1890. Einspruchsfrist vom 2. Juli bis 27. August 1891.

Patentansprüche: I. Ein Elektrizitätszähler, bei welchem von einer elektrischen Kraftmaschine mit gleichbleibender Geschwindigkeit mit Hilfe einer Feder R eine Scheibe D angetrieben wird, welch letztere bei jeder Umdrehung mittels eines Daumens π^1 Eingriff erhält mit dem Daumen π eines Waagebalkens F einer elektrischen Stromwaage, so dass die Feder R gesperrt wird, bis die Spannkraft derselben und die elektrische Waage einander das Gleichgewicht halten, wobei mit der Axe ein Zählwerk so gekuppelt wird, dass die erfolgte Spannung auf letzteres übertragen wird.

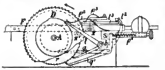


Fig. 1.

II. Bei einem unter I gekennzeichneten Elektrizitätszähler eine Vorrichtung zur Gleicherhaltung der Geschwindigkeit der elektrischen Kraftmaschine, bei welcher durch ein konisches Pendel oder einen ähnlichen Regeler der ganze Anker der Kraftmaschine oder einzelne Theile desselben, bezw. ein Hilfswiderstand durch Kurzschluss ausgeschaltet werden.

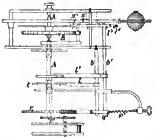


Fig. 2.

Das Zählwerk ist mit der Hauptaxe A durch das Rad r^1 fest mit dem Sperrrade r verbunden, welch letzteres auf dem äusseren Ende der Axe A sitzt. Die nöthige Reibung wird erzeugt durch den Druck seiner Tülle, welche aufgeschlitzt ist und auf der Axe A federt oder auch durch den Einfluss von elastischen Scheiben.

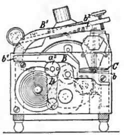
Das Sperrrad r wird bethätigt durch zwei Sperrklinken $q\,q^1$, wovon sich die erstere stets schon vor dem Beginn des Spieles in Eingriff befindet, und wird im Moment des Beginnes ausgerückt, während die andere Klinke für gewöhnlich ausser Eingriff ist und in dem Augenblicke einfällt, in dem das Spiel der Waage beendet ist.

Zu diesem Zwecke wird die erste mit der Axe b und dem Hebel l verbundene Klinke q durch einen Daumen bethätigt, der so auf der Axe A aufgekeilt ist, und dessen Profil so angeordnet ist, dass die Klinke durch den Druck der Feder ρ^2 in dem Augenblicke ausgehoben wird, in dem das Spiel beginnt; bei Beendigung der Tour wird die Klinke wieder eingerückt. Die Klinke q^1 dagegen, die sich mit ihrer Verlängerung auf

der Axe b^1 befindet und mit dem Hebel l^2 verbunden ist, wird gegen die Wirkung der Feder p^1 durch einen Einschnitt im Hebel l^3 an ihrem Platze festgehalten. Sobald die Wägung beendet ist, springt der Daumen π^1 der Springscheibe von dem Vorsprung π ab; in diesem Augenblicke hebt die Scheibe D, welche auf dem grössten Theile ihres Umfanges mit Vorsprüngen oder Zähnen ausgestattet ist, durch die Einwirkung der voraugegangenen Spannung und derjenigen, welche sie während des Spieles erhalten hat, den Hebel l^3; der Hebel l^2 wird ausgelöst und die Klinke q^1 tritt unter der Einwirkung der Feder p^1 in Eingriff. Am Ende der Tour drückt ein zweiter Daumen, der ebenfalls auf der Axe A aufgekeilt ist, gegen den Hebel l^1 auf der Axe b^1 und bringt die Klinke q^1 wieder in ihre normale Stellung durch erneute Spannung der Feder p^1.

Neuerung an Phonographen. Von Béla Steiner in Budapest. St. 2848. Kl. 42. Angem. 12. März 1891. Einspruchsfrist vom 22. Juni bis 17. August 1891.

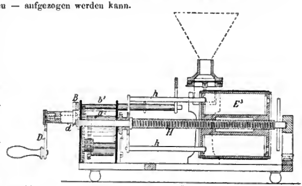
Patentanspruch. Bei Phonographen mit Phonogrammwalze, welche durch einen Federmotor auf einer Schraubenspindel in Umdrehung versetzt wird, ist zur Hemmung des Motors ein drehbarer, auf die Aufziehkurbel D sich stützender Hebel B angeordnet, dessen Ansatz b die Drehung des Windflügelregulators C so lange verhindert, bis die Aufziehkurbel durch Vorschieben von der Aufziehwelle a^2 entkuppelt und der Hebel B zum Abfallen gebracht wird, wobei der auf der Drehaxe b^1 des Hebels B sitzende, das Membrangehäuse tragende Hebel $B^1 b^2$ bei gehobenem Hebel B während des Aufziehens des Motors die Membranstifte von der Phonogrammwalze abgehoben erhält, während die vorgezogene Kurbel durch den sich hinter ihren Bund d legenden Hebel B ausgekuppelt gehalten wird.


Fig. 1.

Die Neuerungen bestehen im Wesentlichen in Einrichtungen, welche bewirken, dass durch ein Verschieben der Aufziehkurbel oder des Schlüssels des Federmotors ein Hebel zum Abfallen gebracht wird, welcher die Bewegung des Windflügelregulators hemmt, worauf der Motor in Thätigkeit gelangt und der Membranstift an die Phonogrammwalze sich anlehnt, wobei der abgefallene Hebel sich zwischen der Aufziehkurbel einschiebt und verhindert, dass der Motor — ohne den Hebel auszulösen — aufgezogen werden kann.

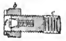
Beim Auslösen des Hebels erfolgt auch das Abheben des Membranstiftes von der Phonogrammwalze.

Wird der Motor A aufgezogen, so wird durch das Räderwerk desselben eine auf der feststehenden Phonogrammwalzenspindel H lose drehbarer Mitnehmer $h\,h$ in Umdrehung versetzt, welcher seine Drehung der Phonogrammwalze E^3 mittheilt und letztere durch Aufschrauben auf der Spindel H in der Pfeilrichtung verschiebt.


Fig. 2.

Stellbares Stichmaass mit Messschraube. Von Esser in Mülheim a. Rh. E. 3111. Kl. 42. Angemeldet 21. April 1891. Einspruchsfrist vom 29. Juni bis 24. August 1891.

Patentanspruch. Ein Hohlmaass mit einer kolbenartigen Messtrommel b, welche auf die Messtrommel c aufgeschraubt, sich im Innern einer die Hauptskale tragenden Metallhülse bewegt und einen etwaigen Verschleiss der Körnerspitzen durch einfaches Zurückstellen auf der Messschraube c auszugleichen gestattet.


Fig. 1.

Beim Maassnehmen wird die Friktionsmutter gelöst, die Schraubenspindel auf das zu nehmende Maass gesetzt und hierauf dieselbe durch ein Festschrauben der Mutter d gesichert. Der Theilkolbenzeiger lässt nun das gewünschte Maass ganz genau ablesen und, solange die Friktionsmutter nicht gelöst wird, bleibt das genommene Maass mit Sicherheit bestehen.

Bei etwaigem Verschleiss der Körnerspitzen wird die innere Schraube *f* am Theilkolben gelöst, der Kolben festgehalten, die Schraubenspindel herausgeschraubt, bis dass das Maass wieder mit dem Originalkaliber stimmt, und hierauf wird der Zeigerkolben wieder mit der inneren konischen Schraube *f* festgestellt.

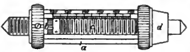


Fig. 2

An der festen Körnerspitze des Sicherheitshohlmaasses ist ein Gewinde zur Aufnahme von gemessenen Verlängerungsstücken, wodurch man im Stande ist, mit einem einzigen Hohlmaass und den gehörigen Verlängerungsstücken jedes in der Praxis vorkommende Hohlmaass genau zu nehmen.

Differential-Dampfspannungsthermometer mit Einrichtung zum Fernmelden der Temperatur. Von Hartl in Reichenberg i. B. H. 11042. Kl. 42. Angemeldet 1. Mai 1891. Einspruchsfrist vom 2. Juli bis 27. August 1891.

Patentanspruch. Ein Differential-Dampfspannungsthermometer, bestehend aus einer U-förmigen, theilweise mit Quecksilber gefüllten Röhre, über deren Quecksilberniveau einerseits verdichtete Luft und andererseits ein Tropfen Flüssigkeit vorhanden ist, deren gesättigte Dämpfe ihre Spannung bei Temperaturveränderungen stärker ändern als die Luft. Hierdurch ändert sich der bei einer bestimmten Temperatur gleich hohe Stand der Quecksilbersäulen in den beiden Rohrschenkeln und dadurch werden entweder eine Schwenkung der pendelnd angehängten Röhre oder Widerstandsänderungen in zwei durch die Rohrschenkel gehenden elektrischen Zweigströmen hervorgerufen, welche Schwenkung oder Widerstandsänderungen durch eine elektrische Leitung auf einen Anzeiger übertragen werden.

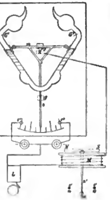


Fig. 1.

Die Einrichtung zur Fernmeldung der Temperatur ist je nach dem angestrebten Zwecke verschieden.

a. Soll das Thermometer nur das Ueberschreiten einer bestimmten Normaltemperatur etwa um 1° oder 2° fernmelden, so giebt man dem Thermometer die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung. Das Thermometer wird von dem Stabe *m m* getragen, der um die auf der Pfanne *n* aufliegende Stahlschneide *s* drehbar ist. *n* ist auf einem vertikalen Brettchen festgeschraubt. Mit dem Stabe *m* ist der Zeiger *z* fest verbunden, dem ein Schraubengewinde eingeschnitten ist, an welchem das Ausgleichungsgewichtchen *g* auf- und abwärts bewegt werden kann. c^1 und c^2 sind zwei metallene Kontaktstücke, B^1 ist die aus hinter einander geschalteten Elementen bestehende Batterie, *L* ist ein Läutewerk, das nebst dem Anzeiger im Wärterzimmer steht. Der Anzeiger ist ein Multiplikator *M*, in dessen Hohlraum das eine Ende des drehbaren Magnetstabes *NS* gezogen wird, wenn ein Strom den Multiplikator durchfliesst. Der mit dem Magnetstabe fest verbundene Zeiger *z'* wird durch die zwei Stiftchen *s'* vor zu grossen Ablenkungen bewahrt.

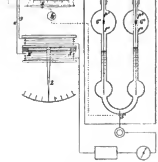


Fig. 2.

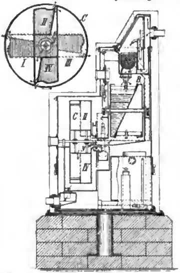
Der Zeiger *z* am Thermometer spielt auf einer (empirisch hergestellten) Skale und giebt direkt die Temperatur des Aufstellungsraumes an. Erreicht nun diese Temperatur einen der Grenzwerthe, welche den Kontakten c^1 und c^2 entsprechen, so erfolgt Stromschluss. Das Läutewerk ruft im Wärterzimmer an und der Zeiger *z'* des Anzeigers erfährt eine Ablenkung nach rechts oder links, je nachdem der Zeiger *z* bei c^2 oder c^1 Stromschluss herstellte, was aus den in Fig. 1 dargestellten Leitungen hervorgeht. Der Wärter sieht daher, welche der beiden Grenztemperaturen erreicht worden ist.

b. Soll das Thermometer den stetigen Gang der Temperatur fernmelden, so ist dasselbe in der durch Fig. 2 erläuterten Abänderung einzurichten. In die Kugeln G^1 und G^2 der beiden Schenkel ragen die oben eingeschmolzenen Platindrähte p^1 und p^2, mit denen die dünnen Kohlenstifte f^1 und f^2 fest und leitend verbunden sind. Die

Kohlenstifte stehen beiderseits im Queeksilber und reichen bis nahezu an das Kniestück der Röhre, in welches bei s^1 ein kleiner Zuleitungsdraht aus Platin eingeschmolzen ist. Der Anzeiger ist entweder eine Wheatstone'sche Brücke mit Gleitkontakt oder ein Differentialgalvanometer.

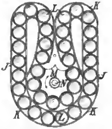
B. Ertheilte Patente.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.



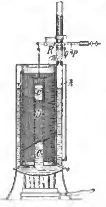
Spirituskontrolapparat. Von Brauner & Klasek in Hernals bei Wien. Nr. 55534 vom 9. April 1890. Kl. 42.

Bei diesem Apparat wird zuerst das Gewicht der Flüssigkeit mittels einer in Waagebalken hängenden Trommel *B* und dann das Volumen dieser Flüssigkeit mittels eines Zellenrades *C* zu dem Zweck bestimmt, aus dem Verhältniss des Gewichtes zum Volumen den durchschnittlichen Alkoholgehalt des Spiritus zu ermitteln. Das Zellenrad *C* besitzt eine zentrale Einlaufkammer *y*, welche an jedem Ende zwei einander diametral gegenüberstehende, gegen den Trommelumfang laufende Zuführungskanäle für die einzelnen Zellen und zunächst jeder Endwand zwei diesen Kanälen entsprechende Zellen *I*, *III* und *II*, *IV* besitzt. Um während der Thätigkeit des Apparates Proben entnehmen zu können, sind an einer Endwand des Zellenrades Kammern angebracht, welche durch Auslaufrohre ihren Inhalt, in der höchsten Stellung angelangt, in Probebehälter entleeren. Störungen in dem Gang der Trommel *B* und des Zellenrades *C* werden durch mit Schwimmern verbundene Signaltafeln hinter Fenstern des Apparates angezeigt.



Sehkraftprüfer mit in Kurvenbahnen geleiteten Linsen. Von D. R. Pruden in Chelsea, Suffolk County, Massach., V. St. A. Nr. 55623 vom 17. Juni 1890. Kl. 42.

Die Linsen *L* sind in ringförmigen Fassungen *J* befestigt, welche lose, Kante an Kante, in gekrümmten Bahnen *K* liegen, die vor den Schaulöchern vorbeiführen. Sie werden durch ein mit Drehknopf *N* versehenes Sternrad *M* bewegt.



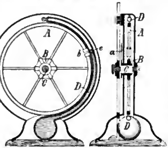
Trockenschrank mit Waage. Von O. Knöfler in Charlottenburg und M. Kähler & Martini in Berlin. Nr. 55060 vom 27. Juli 1889. Kl. 82.

In dem zylindrischen, doppelwandigen Gefässe *A* ist ein engerer, oben geschlossener Zylinder *C* angeordnet, der durch Rohr *r* mit dem äusseren Doppelzylinder *A* kommunizirt. Die Erwärmung des ringförmigen Trockenraumes geschieht durch Erhitzen des in der Doppelwandung befindlichen Wassers. Das Trockengut wird in das aus Drahtgewebe gefertigte, an einem Waagebalken aufgehängte Gefäss *D* gebracht. Die prozentuale Gewichtsabnahme des letzteren kann mit Hilfe der Reitergewichte *P*, *Q* und *R*, die auf dem nach Art der Mohr'schen Waage eingerichteten Waagebalken verschoben werden, bestimmt werden, ohne dass das Trockengut aus dem Schrank entfernt wird.

Zahnärztliche Bohrmaschine für Druckluftbetrieb. Von Telschow in Berlin. Nr. 55586 vom 29. Juli 1890. Kl. 30.

Das Patent bezieht sich auf einen Motor einfachster Art mit oszillirendem Zylinder, welchem die Betriebsluft von einem Hahne aus zugeführt wird, sobald der letztere mittels eines Fusstrittes geöffnet wird.

Quecksilberthermometer mit magnetischer Anzeigevorrichtung. Von Gebr. E. & P. Schönlau in Espenfeld bei Salzkotten. Nr. 55594 vom 19. August 1890. Kl. 42.



Der Zeiger *a* dieses Thermometers ist mit einem Rade *B* verbunden, dessen an einer Stelle aufgeschlitzter Kranz von einem Magneten *A* gebildet wird. Dieses Rad, dessen Axe *C* sich in Spitzen dreht, wird von einem halbkreisförmig gebogenen Thermometer *D* umgeben, auf dessen Quecksilbersäule eine Eisenkugel *e* schwimmt. Die Pole *b* des Magneten folgen allen Bewegungen der letzteren, und der mit dem Rade *B* verbundene Zeiger giebt die entsprechende Temperatur auf einer Skale an.

Für die Werkstatt.

Schärfen der Feilen mittels Elektrizität. *Elektrotechn. Zeitschr. 1891. S. 221* (nach *L'Electricien*).

Ueber das Schärfen von Feilen mittels des Sandstrahlgebläses sowie die dazugehörigen Einrichtungen ist in dieser Zeitschrift (*1884 S. 368*; *1888 S. 408*; *S. 152*) berichtet worden. Nach obiger Quelle beruht das Verfahren zum Schärfen der Feilen mittels Anwendung des elektrischen Stromes darauf, dass die vorher behufs Freilegung der metallisch reinen Feilenflächen gut gereinigten Feilen in ein saures Bad eingehängt werden, in welches zugleich Kohlenplatten hineinragen. Letztere, ebenso wie die Feilen, hängen an einer das Bad überdeckenden kupfernen Platte, die also den Kurzschluss für die aus Feilen und Kohlen gebildeten Plattenpaare darstellt. Das Wasser wird unter der Wirkung des entstehenden Stromes zersetzt, der Wasserstoff setzt sich in feinen Bläschen an den Spitzen und Schneiden der Feilen an und schützt diese gegen Oxydation durch den freiwerdenden Sauerstoff und den Angriff der Säuren, während die Flanken des Hiebes diesen Einwirkungen ausgesetzt sind. Um das Eisenoxyd, welches sich auf dem Grunde des Hiebes bildet, zu entfernen, zieht man die Feilen alle fünf Minuten aus dem Bade heraus und spült sie in Wasser ab. Diese Operation wiederholt man, bis die Feilen genügend scharf sind. (Nicht verständlich ist die Bemerkung, wonach „weiche und halbweiche Feilen schon nach der zweiten Abspülung wieder wie neu" seien. Weiche und halbweiche Feilen sind überhaupt nicht zu brauchen. Hier dürfte ein Uebersetzungsfehler vorliegen und im *L'Electricien*, der dem Ref. nicht zur Hand ist, dürfte der Ausdruck *lime douce* (Schlichtfeile) stehen.) Nach Vollendung der Operation werden die Feilen von Neuem abgespült, behufs Entfernung jeder Spur von Säure eine halbe Stunde in Kalkwasser — bereitet aus 1 Th. frischgelöschtem Kalk auf 50 Th. Wasser — getaucht, in Sägespähnen getrocknet (nach unserer Quelle darauf gründlich abgespült!) und zur Vermeidung des Rostens mit einem Gemisch von 1 Th. Olivenöl auf 2 Th. Terpentinöl eingeschmiert.

Die vorbereitende Reinigung der Feilen erfolgt dadurch, dass man letztere zunächst 12 Stunden in kalter 15 bis 20 prozentigen Aetznatronlösung liegen lässt und sie dann mit einer Metallbürste bearbeitet. Darauf werden sie mit einer zweiten Metallbürste unter Anwendung einer 5 bis 6 prozentigen warmen Sodalösung behandelt.

Das saure Beizbad wird aus 6 Theilen Salpetersäure von 40° (wohl Baumé-Graden, entsprechend dem spezif. Gewicht 1,384 und einem Gehalt von etwa 53% wasserfreier Säure) und 3 Theilen Schwefelsäure auf 100 Theile Wasser hergestellt. Diese Zusammensetzung soll für ein gutes Resultat erforderlich sein, da durch zu rapide Gasentwickelung der Gang des Prozesses gestört wird.

Jedenfalls ist das Verfahren interessant und dürfte seine Anwendung bei grösserem Feilenbedarf selbst im Kleinbetriebe Vortheile bieten. *B. Pensky.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XI. Jahrgang. **September 1891.** Neuntes Heft.

Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. Das Verhalten von Glasoberflächen zu Wasser.

Von
Dr. F. Mylius und Dr. F. Foerster.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)[1]

Obwohl man seit langer Zeit weiss, wie grosse Fehler dem Chemiker aus der Anwendung schlechter Glasgefässe erwachsen, hat die Frage nach der Prüfung verschiedener Glassorten auf ihre Brauchbarkeit zu chemischen Zwecken bis jetzt nicht in befriedigender Weise gelöst werden können. Zwar ist man leicht im Stande, das Glas zu analysiren, allein bei der komplizirten Zusammensetzung der Glassubstanz lässt sich aus der Analyse allein ein sicheres Urtheil über den Werth des Glases für chemische Zwecke nicht gewinnen, besonders nicht, wenn es sich um eine Vergleichung besserer Sorten von Glas handelt. Zudem bedingt die Ausführung der Analyse stets eine Zertrümmerung des Gefässes, welche man häufig zu vermeiden wünscht.

Die Glasgefässe werden in der Chemie nach drei verschiedenen Richtungen hin beansprucht; sie sollen sich widerstandsfähig erweisen, 1. gegen Wasser, 2. gegen Alkalien, 3. gegen Säuren. Ob eine Glaskomposition geschaffen werden kann, welche allen drei Forderungen in gleicher Weise gerecht wird, bleibt dahingestellt. Jedenfalls ist eine möglichst scharfe Beurtheilung des Glases von den drei angedeuteten Gesichtspunkten aus zu versuchen. In dieser Mittheilung soll ausschliesslich von der Prüfung hinsichtlich der Einwirkung des Wassers die Rede sein. Man war hier noch immer auf die Schätzung der Gläser nach dem Gewichtsverluste angewiesen, welchen dieselben beim Erwärmen mit Wasser erleiden, oder auf die gewichtsanalytische Bestimmung der in Lösung gegangenen Bestandtheile.

Bei der Schwierigkeit, genaue Wägungen auszuführen, müssen zur sicheren Erkennung der Unterschiede verhältnissmässig grosse Mengen der Glassubstanz in Lösung gebracht werden, was nur durch eine dauernde Anwendung erhöhter Temperatur möglich ist. Es bleibt dabei zweifelhaft, ob nicht durch die Aufnahme von Wasser in die Substanz des Glases die aus den Wägungen der Gefässe abgeleiteten Schlussfolgerungen beeinträchtigt werden. Dass bei der Berührung von Glas durch Wasser nicht nur eine Lösung der Bestandtheile, sondern auch ein Eindringen des Wassers in die Oberflächenschicht des Glases erfolgt, ist nach mancherlei früheren Beobachtungen von Bunsen, Warburg, R. Weber, Vogel u. Reischauer, u. A. *in dieser Zeitschrift* erst kürzlich von O. Schott[2]) dargethan worden.

[1]) Die Mittheilung war zum Abdrucke im vorigen Hefte bestimmt, musste aber zurückgestellt werden, weil die Figuren nicht rechtzeitig fertig wurden. D. Red.

[2]) O. Schott. *Diese Zeitschrift 1889. S. 86.*

Dio Zersetzbarkeit des Glases durch Wasser hängt, wie bekannt, von der Zusammensetzung desselben ab und insbesondere von der Rolle, welche das Alkalisilikat dariu spielt. Während im Ganzen die kalihaltigen Gläser leichter zersetzbar sind als die natronhaltigen, tritt dieser Unterschied, wie wir selbst gefunden haben, mit der zunehmenden Güte des Glases mehr und mehr zurück.

In einer früheren Mittheilung[1]) haben wir gezeigt, dass die aus dem Glase durch Wasser gelösten Bestandtheile zum grössten Theile aus Alkalien bestehen, denen sich noch etwas Kalk hinzugesellt. Die kleine Menge von Kieselsäure, welche mit in Lösung geht, ist im allgemeinen von der Menge des gelösten Alkalis abhängig. Wir haben darum vorgeschlagen, das bei der Zersetzung des Glases mit Wasser auftretende Alkali als Maass dieser Zersetzung und mithin als Maass für die Güte des Glases anzusehen.

Um die hierbei auftretenden oft sehr kleinen Alkalimengen zu bestimmen, kann man die Gewichtsanalyse nicht wohl verwerthen, weil sie nicht genau genug ist; es bedarf hier der mit Hilfe von Farbstoffen hervorgerufenen alkalimetrischen Reaktionen.

Dio Maassanalyse hat zwar heute einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht, allein die Empfindlichkeit ihrer Methoden ist immerhin eine begrenzte. Es würde nicht schwer seiu, mit ihrer Hilfe das bei stundenlangem Erwärmen eines Glasgefässes mit Wasser frei werdende Alkali zu bestimmen; die Einwirkung des kalten Wassers auf Glas war jedoch bis jetzt maassanalytisch nicht erkennbar. Soll das alkalimetrische Prinzip für die Prüfung des Glases nutzbar gemacht werden, so bedarf es einer Methode, empfindlich genug, auch schon die aus den Aufbewahrungsgefässen stammenden alkalischen Verunreinigungen des destillirten Wassers nachzuweisen. Durch die Ausbildung einer solchen Methode glaubten wir die Frage nach der Prüfung von Glasgefässen nicht unwesentlich fördern zu können.

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass, wie wir durch gütige Mittheilung des Herrn Professor F. Kohlrausch wissen, auch die Bestimmung der elektrischen Leitungsfähigkeit von Wasser, welches mit Glas in Berührung war, zur Prüfung des Glases benutzt werden kann.

A. Die Bestimmung kleiner Mengen von Alkali mit Hilfe von Jodeosin und Aether.

Vor einiger Zeit hat der eine von uns[2]) den Vorschlag gemacht, die Angreifbarkeit von Glasoberflächen durch eine Farbreaktion zu kennzeichnen. Die Glasoberflächen werden zu diesem Zwecke mit einer ätherischen Lösung von Wasser und Jodeosin[3]) längere Zeit in Berührung gelassen; sie überziehen sich dabei mit einer stärkeren oder schwächeren rothen Schicht von eosinsaurem Alkali, welches in Aether unlöslich, in Wasser jedoch löslich ist. Das Jodeosin selbst war mithin als ein sehr empfindlicher Indikator „auf Alkali“ erkannt worden.

[1]) F. Mylius u. F. Foerster. *Diese Zeitschrift 1889. S. 117. Ber. d. D. Chem. Ges. XXII. S. 1092.*

[2]) F. Mylius. *Diese Zeitschrift 1889. S. 50.*

[3]) Das Jodeosin, $C_{20}H_8J_4O_5$ führt im Handel auch den Namen Erythrosin; für genauere Bestimmungen bedarf das künfliche Präparat noch einer Reinigung, welche einen störenden, violette Salze liefernden Farbtoff darauss entfernt.

Bei der zu beschreibenden quantitativen Methode zur Bestimmung von Alkalien bedient man sich ebenfalls einer ätherischen Jodeosin-Lösung. Dieselbe wird in zweierlei Weise benutzt:

Wenn es sich um die Bestimmung von Alkalimengen handelt, welche grösser sind als 0,1 *mg* (als Natron gedacht), wendet man das Titrationsverfahren an, das mit Hilfe von tausendstel Normalschwefelsäure noch vollkommen scharf ausgeführt werden kann. Die zu analysirende Lösung wird in einem Stöpselfläschchen mit der sehr verdünnten ätherischen Eosinlösung (auf 100 *ccm* der wässerigen Flüssigkeit etwa 20 *ccm* Eosinlösung) überschichtet, und der Mischung wird nun unter zeitweisem kräftigem Schütteln so viel der titrirten Säure hinzugefügt, dass die wässrige Schicht soeben aus Roth in Farblos übergeht. Jeder verbrauchte Kubikzentimeter tausendstel Normalsäure entspricht dann 0,031 *mg* Natron (Na_2O) oder 0,047 *mg* Kali (K_2O).

Sobald es sich um kleinere Mengen von Alkali handelt als 0,1 *mg*, ist das Titrationsverfahren nicht mehr anwendbar; es tritt dann die kolorimetrische Prüfung ein: Eine verdünnte Alkalilösung entzieht einer konzentrirteren ätherischen Eosinlösung so viel des Farbstoffes, als das vorhandene Alkali zur Bildung von eosinsaurem Alkalisalz bedarf[1]). Die farblose Alkalilösung wird daher beim Schütteln mit der gelben Eosinlösung rosaroth gefärbt, und aus der Intensität dieser Färbung kann man einen Schluss ziehen auf die Menge von Alkali, welche in der Lösung vorhanden war. Zur Ausführung der kolorimetrischen Analyse sind jedoch ganz bestimmte Bedingungen innezuhalten. Die wissenschaftliche Begründung der Methode und die Fehlerquellen derselben haben wir in einer besonderen Abhandlung[2]), auf welche hier verwiesen werden muss, an anderer Stelle auseinandergesetzt. Hier soll nur das Verfahren selbst beschrieben werden, wie es sich uns bei vielfachen Versuchen als zweckmässig erwiesen hat.

100 *ccm* der zu untersuchenden wässerigen Lösung werden in einem kugeligen Scheidetrichter[3]) von 150 *ccm* Inhalt mit 20 *ccm* der ätherischen Eosinlösung (0,1 *g* Jodeosin auf 1 *l* mit Wasser gesättigten Aethers) geschüttelt. Die wässrige, jetzt rothgefärbte Schicht lässt man in einen zweiten ähnlichen Scheidetrichter fliessen und schüttelt sie dort zur Entfernung von etwas freiem Eosin mit 10 *ccm* wässrigen Aether wiederum aus. Nunmehr ist die wässrige Schicht zur kolorimetrischen Vergleichung fertig. Diese geschieht am besten mit Hilfe eines „Kolorimeters"[4]); wir haben das Wolff'sche benutzt. Dasselbe enthält zwei graduirte Zylinder, von welchen der eine eine beliebige Menge der rothen wässrigen Schicht aus dem Scheidetrichter aufnimmt. Man hat sich zu vergegenwärtigen, dass aus 100 *ccm* wässriger Flüssigkeit durch das Schütteln mit Aether 110 *ccm* geworden sind. Von einer alkalischen Eosinlösung bestimmten Gehaltes (0,01 *g* Eosin auf 1 *l* alkalischen Wassers) verdünnt man jetzt ein abgemessenes Volumen (am besten 10 *ccm*) mit Wasser bis auf 110 *ccm* und bringt die Flüssigkeit in den zweiten Zylinder des Kolorimeters. Durch Regulirung der Höhen sucht man nun bei dem Durchblick durch die Flüssigkeitsschichten in beiden Zylindern dieselbe Farbenintensität zu erreichen. Ist dies geschehen, so verhalten sich die Mengen des

[1]) Dass dies nicht ganz genau zutrifft, ist an anderer Stelle auseinandergesetzt worden.

[2]) F. Mylius und F. Foerster, *Berichte d. D. Chem. Ges. XXIV. S. 1482.*

[3]) Die Scheidetrichter müssen, ebenso wie die zum Abmessen dienenden Gefässe, aus gutem Glase bestehen, damit aus ihnen während des Versuches keine Abgabe von Alkali erfolgt.

[4]) Vergl. G. u. H. Krüss, *Kolorimetrie und quantitative Spektralanalyse. Hamburg und Leipzig 1891.*

Farbstoffs in beiden Lösungen umgekehrt wie ihre Schichtendicke. Man erfährt daher das Volumen der bekannten alkalischen Eosinlösung, welche der Färbung der ganzen wässrigen Schicht aequivalent ist, wenn man die abgemessene Anzahl Kubikzentimeter mit dem Verhältniss der Höhen multiplizirt. Jeder Kubikzentimeter der alkalischen Eosinlösung entspricht nun unter den angegebenen Bedingungen 0,00102 *mg* Natron (Na_2O) oder 0,00155 *mg* Kali (K_2O). Bevor man die Multiplikation mit diesem Faktor ausführt, sind endlich noch von dem berechneten Volumen der Eosinlösung, welche der Färbung der wässrigen Schicht gleichwerthig ist, 5,6 *ccm* in Abzug zu bringen; diese entsprechen nämlich der Färbung, welche bei dem beschriebenen Verfahren in reinem Wasser auftritt; hier hat man es nur mit der Färbung zu thun, welche durch das Alkali bedingt wird.

Die Zahl, welche man durch Multiplikation der Differenz mit den oben genannten Koeffizienten erhält, drückt die Menge des in 100 *ccm* der ursprünglichen Lösung vorhandenen Natrons oder Kalis in Tausendstel-Milligramm aus. Ein Beispiel mag die Berechnung veranschaulichen: Von der bekannten alkalischen Eosinlösung seien 10 *ccm* auf 110 *ccm* mit Wasser verdünnt. Diese Lösung nehme in dem einen Zylinder eine Höhe von 13 *cm* ein. Die Höhe der zu prüfenden rothen wässrigen Schicht im anderen Zylinder betrage 8 *cm*, wenn bei der Durchsicht auf beiden Hälften des Gesichtsfeldes Farbengleichheit besteht. Die gefärbte Lösung aus dem Scheidetrichter ist daher in 110 *ccm* so stark gefärbt wie $^{13}/_8 . 10 = 16{,}25$ *ccm* der alkalischen Eosinlösung. (16,25—5,6) 0,00102 oder 0,01086 *mg* Natron würden also in der wässrigen Schicht und somit in 100 *ccm* der ursprünglichen Alkalilösung vorhanden gewesen sein.

B. Beschaffung neutralen Wassers.

Bei der Ausarbeitung der Methode bedurfte man grösserer Mengen neutralen Wassers, welche durch Destillation von käuflichem destillirtem Wasser unter Zusatz einer kleinen Menge Schwefelsäure, zum Zurückhalten der nie fehlenden Spuren von Ammoniak, gewonnen wurden. Der dazu dienende Destillationsapparat besteht in seinen Haupttheilen aus Platin und ist so eingerichtet, dass beliebig grosse Mengen von Wasser aus kleinem Gefässe destillirt werden können, ohne die Destillation zu unterbrechen. Zu diesem Zwecke steht der runde 150 *ccm* fassende Platinkolben, welcher mittels eines Kranzbrenners erhitzt wird, in Verbindung mit einem ähnlichen Kolben aus Glas, in dem das Niveau des Wassers erkennbar ist. Dies Niveau wird durch eine darüber befindliche Mariotte'sche Vorrichtung auf

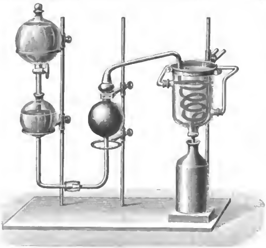


Fig. 1.

konstanter Höhe gehalten, sodass der Znfluss in dem Maasse erfolgt, als das Wasser im Platingefässe durch Destillation verschwindet. Da auch das Kühlrohr sowie das Sammelgefäss aus Platin bestehen, so kommt das Wasser hei der Destillation mit keinem anderen Stoffe in Berührung und ist von festen Bestandtheilen frei. Die vorstehende Zeichnung soll den Apparat zur Anschauung bringen. Das gewonnene reine Wasser nimmt hei dem Durchlaufen des beschriebenen Prüfungsganges, wie schon hemerkt, eine Farbenintensität an, welche für 100 *ccm* gleich ist 5,6 *ccm* der oben erwähnten alkalischen Eosinlösung.

Bei den folgenden vielfältigen Versuchen zur Prüfung des Glases konnte mit Hilfe des beschriebenen Apparates eine ausreichende Menge reinen Wassers nicht hergestellt werden. Da es hier nicht auf absolute Reinheit, sondern nur auf die Neutralität ankam, vermochte man sich dadurch sehr leicht zu helfen, dass man dem käuflichen destillirten Wasser so viel Schwefelsäure zufügte, dass es gerade den erwähnten „Eosinwerth" von 5,6 *ccm* zeigt und demgemäss neutral ist. Auf einen Ballon des aus der Kahlbaum'schen Fabrik bezogenen Wassers braucht man zu diesem Zwecke zwischen 30 und 50 *ccm* Hundertel-Normalschwefelsäure. Diese Art, sich neutrales Wasser herzustellen, hat sich für die Glasprüfungen vortrefflich bewährt; es ist aher zu bemerken, dass das Wasser täglich aufs Neue neutralisirt werden muss, weil es immer wieder Alkali aus dem gläsernen Aufbewahrungsgefässe aufnimmt.

C. Anwendung der Methode zur Untersuchung der Löslichkeit des Glases.

In Bezug auf die Anwendung der geschilderten Methode für die Prüfnng des Glases muss zunächst daran erinnert werden, dass das Jodeosin mit allen alkalischen Bestandtheilen des Glases, welche an das Wasser ahgegeben werden, reagirt, nämlich mit Natron, Kali, Kalk (Magnesia und Zinkoxyd). Man vermag daher nicht anzugeben, wie viel von den einzelnen Bestandtheilen die Lösung enthält. Da die genannten Stoffe sich aher im Verhältniss der Aequivalente in den Eosinverbindungen vertreten, so vermag man die Summe der alkalischen Bestandtheile durch die ihr äquivalente Menge Natron auszudrücken. Man erhält so immer Zahlen, welche direkt mit einander vergleichbar sind, und welche der Alkalität der Lösung entsprechen ohne Rücksicht darauf, durch welche Bestandtheile dieselhe bedingt ist. Anch bei den Glassorten, welche nur Kali enthalten, ist dieser Gehranch zulässig. Mit demselhen Rechte könnte man natürlich die Gesammtalkalität jedesmal durch äquivalente Mengen Kali ausdrücken.

Als ein praktisches Ziel der Arbeit hatten wir uns zunächst vorgenommen, das heste im dentschen Handel befindliche, zu chemischen Geräthen verarbeitete Glas herauszufinden. Zu diesem Zwecke wurden von angesehenen Handlungen aus einer Reihe der wichtigsten Städte Deutschlands sowohl Kolhen als Flaschen zur vergleichenden Prüfung durch die Reichsanstalt bezogen. Die Handlungen waren ersucht worden, die besten ihnen zngänglichen Glassorten zu liefern und die Hütte anzugeben, in welcher die Gefässe hergestellt waren.

Neuerdings sind auch, wie schon hier erwähnt werden soll, von einzelnen bewährten Glashütten, deren Erzeugnisse uns hei diesen Untersuchungen nicht hegegnet waren, zahlreiche Gefässe der Reichsanstalt eingesandt worden, deren Besprechung hier nicht mehr möglich ist.

Sowohl die Kolben als die Flaschen hatten einen Rauminhalt von 250 bis 300 *ccm*; die ersteren waren kugelig, die letzteren zylindrisch, sodass die benetzten Oberflächen näherungsweise gemessen werden konnten.

Mit den beiden Gattungen von Gefässen wurden folgende Versuche angestellt, aus denen wir uns zunächst über die Art des Angriffs des Wassers auf die Glasoberflächen unter verschiedenen äusseren Bedingungen unterrichten wollten, um später daraus die geeignetste Methode zur Vornahme einer Prüfung herzuleiten.

I. Die Kolben und Flaschen wurden durch wiederholtes Ausspülen mit Wasser[1]) von den anhaftenden Verwitterungsprodukten befreit und sodann 24 Stunden lang mit Wasser von etwa 20° in Berührung gelassen. Darauf wurde die Alkalität der Lösung mit Hilfe der Eosinmethode bestimmt und auf die benetzte Oberfläche, welche gewöhnlich 2 bis 3 Quadratdezimeter betrug, bezogen. Die Prüfung geschah zum Theil auf kolorimetrischem Wege, zum Theil musste, namentlich bei den Flaschen, zu dem Titrationsverfahren gegriffen werden. Die angeführten Zahlen bedeuten die Menge des von einem Quadratdezimeter Oberfläche abgegebenen Alkalis ausgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron. Die Glassorten wurden durch die Angabe ihrer Herkunft bezeichnet[2]).

Mehrere Exemplare von Gefässen derselben Sendung gaben uns ebenso wie bei den später mitzutheilenden Versuchsreihen bei wiederholten Bestimmungen immer annäherud die gleichen Werthe; die Zahlen beziehen sich also nicht nur auf ein einzelnes Gefäss, sondern auf das Verhalten der ganzen Lieferung.

Wir müssen jedoch sogleich der Ansicht entgegentreten, dass diese Zahlen als der thatsächliche Ausdruck für die Qualität der verschiedenen Glassorten angesehen werden; vielmehr ist die Stärke des ersten Angriffes von Wasser auf Glasoberflächen ganz von den Veränderungen abhängig, welche dieselben vor der Berührung mit Wasser erfahren haben, insbesondere von dem Grade der eingetretenen Verwitterung, wie weiter unten näher ausgeführt wird.

A. Kolben.			B. Flaschen.		
No.	Bezeichnung der Hütte	Alkaliabgabe	No.	Bezeichnung der Hütte	Alkaliabgabe
1	Kähler & Martini	5	I	„Böhm. Hohlglas“	23
2	Schweig & Comp., Weisswasser	10	II	Warmbrunn, Quilitz & Comp., Tschernitz	30
3	Kavalier, Sazava, Böhmen	12	III	Fettke & Ziegler, Doebern	31
4	„Böhm. Hohlglas“	14	IV	Schilling, Gehlberg	42
5	Fettke & Ziegler, Doebern	25	V	Kähler & Martini	76
6	Leybold's Nachf., Köln	53	VI	Leonhardi, Schweppnitz	189
7	„Böhmisches Glas“	66	VII	Stender, Lampspringe	201
8	Warmbrunn, Quilitz & Komp., Tschernitz	66	VIII	Hütte in Schweppnitz	339
9	Schilling, Gehlberg	83	IX	Leybold's Nachf., Köln	498
10	Tritschler & Comp., Stuttgart	309			
11	Hütte in Lambach, bayr. Wald.	435			

II. Die oben bezeichneten Flaschen wurden nach der bereits genannten Behandlung wiederum mit Wasser 24 Stunden lang in Berührung gelassen, darauf entleert, abermals mit Wasser gefüllt, und diese Behandlung 4 Tage lang fort-

[1]) Wenn von „Wasser“ die Rede ist, so ist immer neutrales Wasser gemeint.

[2]) In den späteren Uebersichten sind sowohl Kolben wie Flaschen mit den ihnen in der folgenden Zusammenstellung beigegebenen Nummern bezeichnet worden.

gesetzt. Bei der jedesmaligen Prüfung der entstandenen Lösung ergab sich das Verhalten des Glases zum Wasser während je eines Tages. Später dauerte die Behandlung der Gefässe mit Wasser je eine Woche, woraus man den Durchschnittswerth für einen Tag ableitete. Es ergab sich folgende Übersicht, in welcher auch die Werthe für den ersten Tag mit verzeichnet sind:

Abgabe von Alkali aus einem Quadratdezimeter Oberfläche an Wasser von 20° während 24 Stunden, ausgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron[1]).

Nummer der Flaschen	1. Tag	2. Tag	4. Tag	5. bis 11. Tag Durchschnitt für den Tag	12. bis 18. Tag Durchschnitt für den Tag	19. bis 25. Tag Durchschnitt für den Tag
I	23	2,9	3,0	2,0	0,66	—
II	30	6,7	4,5	1,5	0,8	0,25
III	31	6,8	4,4	2,6	1,4	0,5
IV	42	16	11	8,0	5,2	2,8
V	76	28	21	15	10,9	5,3
VI	189	53	16	9	6,2	3,1
VII	202	65	20	11	8,8	4,5
VIII	340	101	16	9	6,9	3,9
IX	499	111	53	28	22,7	12,6

Diese Zahlen beweisen, dass die Abgabe alkalischer Bestandtheile, welche die Glassubstanz erfährt, am ersten Tage ausserordentlich viel grösser ist als an den folgenden Tagen. Wenn man die an einem Tage abgegebenen Mengen Alkali als Ordinaten, die Zeit der fortlaufenden Behandlung des Glases als Abszissen darstellt, so zeigen alle für die einzelnen Glassorten erhaltenen Kurven zunächst einen sehr steilen Abfall und erleiden eine scharfe Biegung, von der aus sie allmälig in die wagerechte Richtung übergehen. In der Zeichnung a. f. S. sind der besseren Uebersicht wegen nur wenige dieser Kurven verzeichnet, und zwar wurden diejenigen ausgewählt, deren Verlauf ein typischer ist.

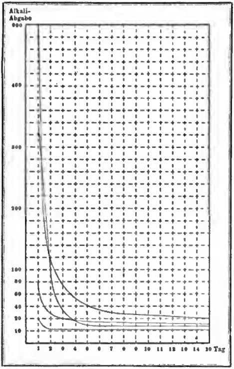
Es ist von Wichtigkeit, hervorzuheben, dass, obwohl die Abgabe alkalischer Bestandtheile im Laufe der Zeit täglich geringer wird, dennoch später die Unterschiede zwischen den einzelnen Glassorten noch ebenso deutlich hervortreten wie am ersten Tage; nur erscheint die Reihenfolge der Gläser hier und da etwas verschoben. Dies tritt besonders deutlich hervor, wenn man den Werth für das Glas No. I als Einheit nimmt und die Werthe für die übrigen Gläser darauf bezieht; man erhält dann:

Nummer der Flaschen	1. Tag	12. — 18. Tag Durchschnitt
I	1	1
II	1,3	1,2
III	1,3	2,1
IV	1,8	7,8
V	3,3	16,5
VI	8,2	9,4
VII	8,7	13,3
VIII	14,7	10,4
IX	21,6	34,4

[1]) Die Werthe des dritten Tages sind hier nicht mitgetheilt, weil sie mehrere Fehler enthalten.

Die Kurven für die einzelnen Glasgefässe laufen also nicht alle parallel, sonderen durchschneiden sich bisweilen, wie man an dem Glase V und VI deutlich sieht.

Nach den mitgetheilten Beobachtungen wird die äusserste Oberfläche des Glases von kaltem Wasser wesentlich leichter als die darunter liegenden Schichten ausgelaugt. Diese Thatsache, auf welche auch schon früher von anderen Seiten hingewiesen wurde, erklärt sich ungezwungen aus der Natur des Glases, ohne dass man nöthig hätte, die Oberfläche für besonders reich an Alkali zu halten. Die an der Oberfläche liegenden kleinsten Theilchen des Glases werden unmittelbar vom Wasser getroffen und relativ schnell zersetzt. Sobald aber die oberste Schicht ausgelaugt worden ist, hat das Wasser eine schwer durchlässige Schicht von Calciumsilikat und Kieselsäure zu durchdringen, bevor es an andere Glastheile gelangt. Die weitere Zersetzung des Glases ist also von jetzt ab durch Diffusionsvorgänge erschwert. Sehr allmälig wächst nun die Dicke der zu durchdringenden Schicht, und demgemäss nehmen die in der Zeiteinheit gelösten Alkalimengen beständig, aber immer langsamer ab, um sich einem konstanten Grenzwerthe zu nähern. Ob ein solcher wirklich erreicht wird, kann nur durch Dauerversuche festgestellt werden. Uebrigens handelt es sich bei den von uns mitgetheilten Versuchen um ausserordentlich dünne Schichten des Glases. Unter der Voraussetzung, dass die durch Wasser angegriffene Schicht auch völlig ausgelaugt wird, würde man aus dem gelösten Alkali zu der Schätzung kommen, dass die in den ersten 24 Stunden ausgelaugte Schicht kaum ein zehntausendstel Millimeter an Dicke erreicht.



Die bekannten Beobachtungen von Bunsen und von Warburg über die Absorptionserscheinungen an Glasoberflächen lassen keinen Zweifel übrig, dass alle Glasgegenstände von einer wasserhaltigen Schicht bedeckt sind, in welcher als Zersetzungsprodukt des Glases Alkalihydrat oder -carbonat enthalten ist. Man darf daher von vornherein annehmen, dass die stattgehabte Verwitterung des Glases auf seine Löslichkeit durch kaltes Wasser nicht ohne Einfluss sein wird. Die Werthe, welche man bei der ersten 24stündigen Einwirkung von Wasser auf Glasflächen erhält, leiden daher in Folge der Verwitterungserscheinungen an einer beträchtlichen Unsicherheit, durch welche die Beurtheilung des Glases sehr erschwert wird. Wenn die Prüfung nicht mit ganz frisch geblasenen Ge-

fässen angestellt wird, so können die erhaltenen Zahlen nnr als ein ungefährer Ausdruck für die Güte des Glases gelten. Weiter unten wird von den Verwitterungserscheinungen noch etwas ausführlicher die Rede sein.

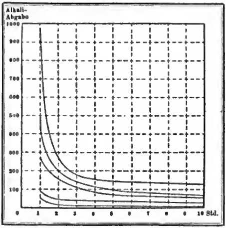
III. Nachdem man sich eine Vorstellung von der Wirkungsweise des kalten Wassers anf Glasgegenstände gebildet hatte, war es von Interesse, damit die Wirknng des heissen Wassers zn vergleichen. Zn diesem Zwecke wurden in einer weiteren Versuchsreihe Flaschen von gleicher Herkunft wie die oben erwähnten nach nnd nach je eine Stunde lang mit Wasser von 80° in Berührung gelassen; dies geschah in Wasserbädern, welche leicht auf konstanter Temperatur zu halten sind; die Ahkühlnng geschah möglichst schnell durch Einstellen der Gefässe in kaltes Wasser.

Wegen der Ungenanigkeit mancher Bestimmungen werden hier nur diejenigen der 1., 3., 6. und 10. Stnnde mitgetheilt.

Abgabe von Alkali aus einem Qnadratdezimeter Oberfläche an Wasser von 80° während einer Stnnde, ansgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron.

Nummer der Flaschen	1. Stunde	3. Stunde	6. Stunde	10. Stunde
I	60	11	5,3	5,3
II	96	32	25	23
III	87	25 ?	17	17
IV	267	113	58	54
V	405	zersprungen	—	—
VI	493	144	81	58
VII	271	108	71	50
VIII	626	150	105	96
IX	876	185	148	125

Eine einstündige Behandlnng der Gläser mit Wasser von 80° hringt also mehr Alkali in Lösung als eine 24stündige Behandlnng mit kaltem Wasser. Trägt man auch hier wieder die Resultate der Versnche in ein Koordinatensystem ein, so erscheint der Abfall der einzelnen Knrven nicht so rapide wie bei den Parallelversnchen mit kaltem Wasser, weil der Einflnss der äussersten Glasschicht gegenüher den grösseren Mengen gelöster Stoffe mehr zurücktritt. Anch hier zeigt der Verlauf der Kurven, dass die Menge der in der Zeiteinheit abgegebenen Bestandtheile allmälig einer konstanten Grösse zustreht. Diese Beobachtung hat schon Emmerling[1]) gemacht, weleher seine Versnche mit siedendem Wasser 28 Stunden lang fortsetzte. Auch in der nebenstehenden Zeichnung sind unter den schon oben erwähnten Gesichtspnnkten nnr wenige der erhaltenen Knrven anfgenommen worden.



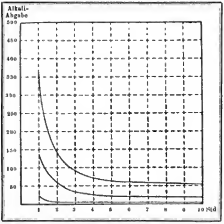
[1]) Emmerling, *Lieb. Ann.* **150.** *S.* 257.

IV. Da die Versuche mit den Flaschen einige weniger genaue Werthe ergeben hatten, so wurde noch eine ähnliche Versuchsreihe mit mehreren Kolben aus möglichst verschiedenen Glassorten ausgeführt und dabei besonders auf die genaue Regulirung der Temperatur Rücksicht genommen. Die Zusammensetzung der Glassorten ist weiter unten mitgetheilt.

Abgabe der Kolben an Wasser von 80° während einer Stunde, ausgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron.

Nummer der Kolben	1. Stunde	2. Stunde	3. Stunde	4. Stunde	5. Stunde	6. Stunde	7. Stunde	8. Stunde	9. Stunde	10 Stunde
2	23	4,4	4,4	4,4	4,2	4,4	3,8	2,9	3,8	3,8
6	137	52	31	25	19	18	17	15	16	16
9	360	129	94	75	69	60	56	54	52	—

Die übliche graphische Darstellung der Beobachtungen ergiebt folgendes Bild.



An den erhaltenen Kurven sieht man sehr deutlich, dass bei den guten Gläsern, sobald die äusserste Schicht ausgelaugt ist, eine leidliche Konstanz der Alkaliabgabe in der Zeiteinheit vorhanden ist, während sich dieselbe bei den schlechteren Sorten erst viel später herausbildet. Der Grund dafür ist offenbar der, dass durch die bei dem ersten Angriff des Wassers entstehenden konzentrirten Alkalilösungen wieder ein Theil des ausgelaugten Gerüstes der Kieselsäure gelöst wird, und dass somit eine schützende Decke erst entstehen kann, wenn der Angriff der Oberfläche statt durch verhältnissmässig konzentrirte Alkalilösungen durch reineres Wasser erfolgt.

Die Unterschiede in der Angreifbarkeit der verschiedenen Glassorten wurden durch die Behandlung der letzteren mit heissem Wasser ebenso wenig abgeschwächt als bei der Digestion mit kaltem Wasser. Will man die Wirkungsweise einerseits des kalten, andererseits des heissen Wassers auf die Glasgefässe mit einander vergleichen, so empfiehlt es sich, nicht die Anfangswerthe hierzu zu wählen, sondern die später erhaltenen, weil dann die Einflüsse der stattgehabten Verwitterung nicht mehr wesentlich in Betracht kommen. Bei den folgenden Zahlen, welche sich auf die mit den Flaschen ausgeführte Versuchsreihe III beziehen, ist wieder das Glas No. I zur Einheit gewählt.

Relative Angreifbarkeit des Glases durch kaltes und heisses Wasser:

Nummer der Flaschen	Wasser von 20° 12. bis 18. Tag Durchschnitt	Wasser von 80° 10. Stunde	Nummer der Flaschen	Wasser von 20° 12. bis 18. Tag Durchschnitt	Wasser von 80° 10. Stunde
I	1	1	VI	9	11
II	1,2	4,5	VII	13	9
III	2,1	3,3	VIII	10	18
IV	7,8	10	IX	34	23
V	16	—			

Es geht aus den Zahlen hervor, dass das Verhältniss der Angreifbarkeit gegen kaltes und gegen heisses Wasser nicht bei allen Glassorten dasselbe ist, sondern mannichfach variirt; auf diese Thatsache hatten wir schon bei einer früheren Gelegenheit[1]) hingedeutet. Offenbar würde die weitere Verfolgung dieser Frage einen nützlichen Angriffspunkt zur Beurtheilung des Glases liefern, welcher bisher noch nicht genügend in Betracht gezogen werden konnte.

V. Da die Glasoberflächen bei der Berührung mit Wasser von Tage zu Tage weniger angreifbar werden, so verhalten sich die Flaschen bei längerem Gebrauche immer besser. Bei besonders guten Gläsern wirkt dies dahin, dass nach einiger Zeit überhaupt keine merkliche Abgabe von Alkali mehr stattfindet; bei weniger guten Gläsern dauert die Abgabe aber unbegrenzt lange fort; man erkennt dies sehr deutlich daran, dass destillirtes Wasser in Flaschen, welche schon Jahre lang zur Aufbewahrung desselben gedient haben, immer wieder alkalisch wird.

Von Warburg und Ihmori[2]) wurde einmal darauf aufmerksam gemacht, dass man Glasoberflächen durch Kochen mit Wasser „alkaliarm“ machen könne. Inwieweit man diese Thatsache zur Verbesserung der Gefässe benutzen kann, wird aus der folgenden Versuchsreihe hervorgehen. Zu derselben wurden Kolben benutzt, welche man nach dem Ausspülen zunächst eine Stunde lang mit Wasser von 80° und dann mehrmals 48 Stunden mit kaltem Wasser behandelte. Darauf folgte eine abermalige Digestion mit heissem Wasser, und wiederum eine längere Behandlung in der Kälte. Die Resultate der jedesmaligen Prüfung sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt, deren Zahlenwerthe in der gewohnten Ausdrucksweise Tausendstel-Milligramm Natron bedeuten.

Abgabe von Alkali auf ein Quadratdezimeter Oberfläche der Kolben.

Nummer der Kolben	1 Stunde mit Wasser von 80°	2 Tage mit kaltem Wasser	2 Tage mit kaltem Wasser	2 Tage mit kaltem Wasser	1 Woche mit kaltem Wasser	1 Stunde mit Wasser von 80°	1 Woche mit kaltem Wasser	1 Woche mit kaltem Wasser
1	18	1,3	?	0,3	3,4	7,3	?	3,7
2	22	2,5	1,4	?	3,2	6,9	?	4
3	37	1,9	1,4	1,0	4,3	4,0	?	4,8
4	77	2,2	?	1,5	5,3	19	?	4,3
5	84	2,0	1,3	1,0	4,2	14	?	4,4
6	130	6,0	2,8	2,0	7,4	37	?	6,8
7	381	18	8,0	7,3	22	184	35	15
8	308	11	5,8	4,7	12	87	9	10
9	392	19	2,9	4,6	17	146	19	12
10	1213	35	16	12	56	619	98	42
11	640	12	?	2,5	8,9	102	7,6	8,4

Sowohl die Behandlung mit kaltem als diejenige mit heissem Wasser macht die Glasoberflächen widerstandsfähiger gegen die fernere Wirkung des Wassers. Ein genaueres Eingehen auf die mitgetheilten Zahlen lässt aber erkennen, dass die beiderseitige Wirkungsweise nicht ganz gleichartig ist, wenn der spätere Angriff durch kaltes Wasser erfolgt. Während nämlich, wie oben erwähnt wurde, bei einer längeren Berührung mit kaltem Wasser die Unterschiede in der Angreifbarkeit der verschiedenen Glassorten bestehen bleiben, bemerkt man nach der

[1]) *Diese Zeitschrift 1889. S. 121.*

[2]) Warburg und Ihmori. *Wiedem. Ann. 27. S. 481.*

Behandlung mit heissem Wasser eine mässige Verwischung dieser Unterschiede hinsichtlich der ferneren Wirkung kalten Wassers. Sobald aber eine erneute Wirkung des heissen Wassers in Frage kommt, treten die Unterschiede wieder in Uebereinstimmung mit früheren Versuchen in ihrer ursprünglichen Stärke hervor. Die folgende Uebersicht soll dies zur Anschauung bringen. Die Werthe für das Glas No. 1 sind hier zur Einheit gewählt:

Unterschiede der Angreifbarkeit der Kolben, bezogen auf diejenige des Glases No. 1.

No. des Glases	1 Stunde mit Wasser von 80°	2 wöchentliche Behandlung mit kaltem Wasser[1])	1 Stunde mit Wasser von 80°	2 wöchentliche Behandlung mit kaltem Wasser[1])
1	1	1	1	1
2	1,2	0,9	0,9	1,1
3	2,0	1,3	0,5	1,3
4	4,1	1,6	2,5	1,1
5	4,5	1,2	2,0	1,2
6	7,0	2,2	5,1	1,8
7	20	6,5	25	4,3
8	16	3,7	12	2,8
9	21	5,0	20	3,4
10	64	16	85	11
11	34	2,6	14	2,3

Hieraus geht hervor, dass bei weniger guten Glasgefässen, welche zur Aufnahme von kalten Flüssigkeiten bestimmt sind, eine vorläufige Behandlung mit heissem Wasser sehr vortheilhaft sein wird. Man darf aber nicht darauf rechnen, bei schlechten Glassorten durch diese Behandlung die Abgabe von Alkali ganz aufzuheben. Bei diesen reicht, wie früher gefunden worden ist[2]), selbst ein 100 Stunden lang fortgesetztes Kochen mit Wasser nicht aus, sie vor der Zersetzung durch kaltes Wasser zu schützen. Dies wird um so mehr zutreffen, je mehr sich das Glas in seiner Zusammensetzung dem kalkfreien Wasserglase nähert.

VI. Wenn der Angriff der Glasgefässe durch heisses Wasser so stark ist, wie es bei der bisher gebräuchlichen gewichtsanalytischen Prüfung üblich war, so verschwinden die Unterschiede der Angreifbarkeit verschiedener Glassorten bis zu dem Grade, dass es genauer alkalimetrischer Bestimmungen bedarf, um überhaupt noch Unterschiede nachzuweisen; durch Wägung der gelösten Substanz ist dies dann kaum noch mit Sicherheit möglich. Unsere Versuche nach dieser Richtung sind mit den drei Kolben angestellt worden, welche bereits bei Versuch IV eine zehnstündige Behandlung mit Wasser von 80° erfahren hatten; die Kolben wurden jetzt 6 Stunden lang mit reinem im Platinapparate destillirtem Wasser im siedenden Wasserbade digerirt. In den erhaltenen Lösungen geschah die Bestimmung des Alkalis durch Titration mit $^1/_{100}$-normaler Säure; die gelöste Glassubstanz wurde durch Eindampfen der Lösung ermittelt. Die auf 1 *qdm* Oberfläche bezogene Alkalimenge in der Lösung betrug bei dem Kolben

No. 2. 0,00089 *g* Na_2O,
„ 6. 0,00151 „ „ ,
„ 9. 0,0025 „ „ .

[1]) Hier sind die Werthe der letzten Woche zu Grunde gelegt.
[2]) F. Mylius. *Diese Zeitschrift 1889. S. 56.*

Während sich die Angreifbarkeit dieser Kolben bei den früheren Versuchen (unter Heranziehung der in der neunten Stunde gefundenen Werthe) etwa wie 1 : 4 : 14 verhielt, würde sich nach diesen Versuchen das Verhältniss des Angriffs wie 1 : 1,8 : 2,8 ergeben. Die Mengen der gelösten Glassubstanz waren in allen drei Fällen nicht wesentlich von einanden verschieden und betrugen etwa 4 bis 6 *mg*.

Die ältere Methode der Prüfung der Gläser unter sehr energischem Angriff des Wassers, wie er erfolgen muss, wenn überhaupt wägbare Mengen des Glases in Lösung gehen sollen, ist also viel weniger empfindlich als das von uns gebrauchte Verfahren und gestattet zudem nicht eine Anwendung unter beliebigen äusseren Bedingungen, beispielsweise wenn es sich um den Angriff bei gewöhnlicher Temperatur handelt. Bei unseren Versuchen handelt es sich um die feineren Unterschiede besserer Glassorten; bei Gläsern von sehr verschiedener Qualität machen sich freilich, wie aus unseren früheren Versuchen hervorgeht, die Unterschiede auch bei sehr energischem Angriffe des Wassers noch sehr stark bemerkbar.

VII. Bei der Untersuchung des Angriffes von Wasser auf Glas ist grosse Sorgfalt auf das Konstanthalten der Temperatur zu verwenden. In wie hohem Grade die Zersetzung des Glases durch die Steigerung der Temperatur beschleunigt wird, ergiebt sich aus einigen Versuchen, bei welchen vier gleiche Kolben (von Greiner & Comp.) mit Wasser von 0°, 18°, 40° und 80° behandelt wurden. Die dabei erhaltenen Werthe waren folgende:

Alkali abgegeben von einem Quadratdezimeter Oberfläche, ausgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron.

24 Stunden bei 0°	24 Stunden bei 18°	1 Stunde bei 42°	1 Stunde bei 80°
1,9	6,4	9,1	153

Durch eine Digestion bei 18° werden also schon dreimal so grosse Mengen Alkali in Lösung gebracht als bei 0°.

D. Verwitterungs- und Absorptionserscheinungen.

Bei der oberflächlichen Veränderung der Glassubstanz unter dem Einfluss der Atmosphäre scheint in jedem Falle neben der Verwitterung der Masse selbst, d. h. der Aufnahme von Wasser und Kohlensäure durch dieselbe, eine „Auswitterung" stattzufinden. Die Glasoberflächen bedecken sich an feuchter Luft mit einer alkalischen Lösung, welche beim Trocknen Krystalle von Natrium- oder Kaliumcarbonat absetzt. Diese Produkte lassen sich leicht durch Abspülen mit Wasser beseitigen. Bei den vorher beschriebenen Versuchen hat stets ein sorgfältiges wiederholtes Ausspülen der Gefässe stattgefunden. Um eine Vorstellung davon zu geben, wie gross die Menge der ausgewitterten Alkalicarbonate in den käuflichen Gefässen zu sein pflegt, sind dieselben für die zu den Versuchen angewandten Flaschen bestimmt worden. Im Folgenden werden sie, bezogen auf ein Quadratdezimeter Oberfläche, ausgedrückt in Tausendstel-Milligramm Natron, den aus dem Glase in 24 Stunden durch kaltes Wasser gelösten Mengen Alkali an die Seite gestellt.

Nummer der Flaschen	Ausgewitterte Carbonate	Alkaliabgabe bei eintägiger Behandlung mit kaltem Wasser
I	18	23
II	18	30
III	2t	31
IV	37	42
V	72	76
VI	etwa 193	189
VII	114	201
VIII	über 735	339
IX	etwa 121	498

Wie man sieht, sind die Mengen der Auswitterungsprodukte in einzelnen Fällen sehr bedeutend; im Ganzen nehmen sie mit der abnehmenden Güte des Glases zu. Etwas Genaueres lässt sich hier nicht angeben, da man nicht weiss, wie lange und unter welchen Bedingungen die Flaschen gelagert haben. Bei einzelnen Gefässen hat eine sichere Isolirung der Auswitterungsprodukte durch Ausspülen nicht stattfinden können, weil die kurze Zeit des Ausspülens genügte, schon die Glassubstanz selbst merklich anzugreifen. In der That geschieht dies bei weniger guten Gläsern überraschend schnell; bei dem Glase No. IX genügte z. B. nach wiederholtem sorgfältigem Ausspülen eine 5 Minuten dauernde Behandlung mit Wasser von 20°, um für ein Quadratdezimeter Oberfläche 0,075 *mg* Natron (Kali) in Lösung zu bringen. Die nächsten 5 Minuten ergaben 0,044 *mg*.

Die Verwitterung des Glases wirkt nach zwei entgegengesetzten Richtungen hinderlich für die Prüfung der Gefässe. Einerseits macht die Auswitterung der Alkalien in der Form von Carbonaten, welche durch Ausspülen entfernt werden können, die äusserste Glasschicht alkaliärmer, wodurch die Angreifbarkeit für Wasser vermindert wird; andererseits wird die Glassubstanz selbst durch die Aufnahme von Wasser und Kohlensäure zersetzt, ohne dass die Zersetzungsprodukte sogleich durch Abspülen mit Wasser entfernt werden können; hierdurch würde die Angreifbarkeit des Glases für Wasser erleichtert werden[1]). Unsere bisherigen Versuche sind nicht genügend, um festzustellen, welcher der beiden Einflüsse hier praktisch überwiegt; dies wird vielmehr erst durch sorgfältige Dauerversuche erkannt werden können.

Der Einwand aber, welchen man machen könnte, dass die besonders starke Abgabe von Alkali bei dem ersten Angriff des Wassers allein auf die Verwitterung der obersten Schicht zurückzuführen sei, lässt sich leicht durch einige Versuche mit ganz frischen Glasgefässen widerlegen; das Material dazu wurde der Reichsanstalt in sehr dankenswerther Weise von der Charlottenburger Glashütten-Aktiengesellschaft zur Verfügung gestellt; zugleich wurde auch ein kleiner aus leicht schmelzbarem Glasrohr vor der Lampe geblasener Kolben geprüft. Die Zahlenwerthe haben dieselbe Bedeutung wie bei den früheren Versuchen. Die Behandlung der Gefässe geschah mit Wasser von 20°.

[1]) Bei dem Kaliwasserglase kann man dies besonders gut beobachten.

Bezeichnung des Glases	1. Tag	2. Tag	3. Tag
Bouteillenglas, braun	12,1	4,1	
Bouteillenglas, grün	5,9	2,2	
Thüringer Glas, vor der Lampe geblasen	46,6	8,9	3,4

Die Versuche beweisen die Richtigkeit unserer oben geschilderten Auffassung, insofern sich auch hier der starke Abfall des gelösten Alkali's vom ersten zum zweiten Tage ungefähr in demselben Maasse zeigt wie bei den verwitterten Gläsern.

Eine Behandlung der Gefässe mit kaltem oder mit heissem Wasser schützt das Glas nicht vor einer nachträglich eintretenden Verwitterung bei dem Stehen an der Luft, durch welche das Glas wieder leichter angreifbar wird. Die unter Versuch V erwähnten Kolben wurden zwei Wochen mit der Luft in Berührung gelassen und alsdann nach sorgfältigem Ausspülen 48 Stunden mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur behandelt. Es ergab sich, dass namentlich bei den schlechteren Glassorten die Verwitterung sich bemerkbar gemacht hatte. Die von diesen in 48 Stunden abgegebenen Alkalimengen sind in der folgenden Uebersicht mit den zuletzt vor der Verwitterung in der gleichen Zeit von denselben Kolben abgegebenen Alkalimengen zusammen gestellt, indem die letzteren aus der im Laufe einer Woche erfolgten Abgabe berechnet wurden. Die Zahlenwerthe haben dieselbe Bedeutung wie die der früheren Tabellen.

Nummer der Kolben	Abgabe vor der Verwitterung in 48 Stunden	Abgabe nach der Verwitterung in 48 Stunden
No. 4	3,0	10
„ 8	2,1	7,0
„ 9	2,6	8,1
„ 10	8,3	25
„ 11	1,6	2,8

Noch auffälliger ergiebt sich die starke Vermehrung der Alkaliabgabe in Folge von Verwitterung aus der folgenden mit grosser Sorgfalt durchgeführten Versuchsreihe. Die angewandten Kolben bestanden aus einem guten und zwei weniger guten Gläsern, von denen das eine (No. 11) sehr stark verwittert war. Die Bedeutung der Zahlen entspricht auch hier der gewohnten Ausdrucksweise.

Nummer der Kolben	Behandlung mit Wasser von 20°								Behandlung mit Wasser v. 20°			
	1. Tag	2. Tag	3. u. 4. Tag	5. u. 6. Tag	7. u. 8. Tag	9. u. 10. Tag	11. u. 12. Tag	1 Stunde mit Wasser von 80°	2 Tage	2 Tage	10 Tage Verwitterung an d. Luft, darauf 2 Tage mit Wasser von 20°	Weitere 2 Tage mit Wasser von 20°
1	2,6	1,0	?	1,6	1,4	1,5	1,3	9,0	—	—	4,1	1,6
8	62	9,0	8,9	9,6	8,0	6,6	7,3	112	14	4,2	10	2,8
11	252	32	13	9,5	9,3	8,7	9,7	121	26	3,2	12	3,7

Hier hatte die anfängliche 12tägige Behandlung der Kolben mit kaltem Wasser zu einer Art Konstanz der Alkaliabgabe geführt; die darauf folgende Wirkung des heissen Wassers greift nun wiederum sehr stark an. Man erwartet, dass das Glas nach dieser Behandlung der Wirkung des kalten Wassers beson-

deren Widerstand entgegen setzen wird. Statt dessen bringt der nächste kalte Auszug mehr Alkali in Lösung, als dies vor dem Erhitzen mit Wasser der Fall war[1]); ähnliche Beobachtungen konnten auch bei der Versuchsreihe V gemacht werden. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Eigenschaft der Glasflächen zu suchen, aus konzentrirten Lösungen Alkali zurückzuhalten, welches durch blosses Abspülen mit Wasser nicht entfernt werden kann[2]).

Erst die weitere Behandlung der Kolben mit heissem Wasser langt das zurückgehaltene Alkali wiederum aus und zeigt, dass das Glas durch das Erhitzen mit Wasser thatsächlich widerstandsfähiger geworden ist. Man überliess die Kolben nach dem Entleeren nun einer 10tägigen Einwirkung der Luft (also der Verwitterung), spülte sie dann sorgfältig aus und behandelte sie aufs Neue mit kaltem Wasser. Der Einfluss der Verwitterung zeigte sich nun ganz unverkennbar, insofern dadurch wiederum eine Vermehrung der Angreifbarkeit eingetreten ist. Dieselbe entspricht

bei Glas No. 1 einer Abgabe von 4 Tausendstel-Milligramm Natron
„ „ „ 8 „ „ „ 6 „ „ „
„ „ „ 11 „ „ „ 9 „ „ „

E. Versuch einer technischen Prüfung der Gefässe.

Jeder, der die vorstehende Beschreibung der Versuche gelesen hat, wird mit uns die Ueberzeugung gewinnen, dass eine genaue und gründliche Prüfung von Glasgefässen auf ihre Brauchbarkeit nicht auf Grund eines einzelnen Versuches gewonnen werden kann, sondern dass dieselbe ein eingehendes Studium über das Verhalten des Glases unter verschiedenen Bedingungen erfordert. Die hier besprochene Art der Beurtheilung von Glasgefässen nach der Menge des an Wasser abgegebenen Alkalis ist zudem insofern einseitig, als hier keine Rücksicht auf die Bestimmung der in Lösung gehenden Kieselsäure genommen wird, welche nicht weniger als das Alkali bei dem Gebrauche der Gefässe störend ist. Indessen besteht doch das allgemein empfundene Bedürfniss nach einer empfindlichen, leicht ausführbaren Methode, nach welcher man Glasgefässe verschiedenen Ursprungs mit einander vergleichen kann (wobei man die Einseitigkeit der Methode mit in Kauf nimmt). Diesem Bedürfniss kann genügt werden, indem man die (zuvor noch nicht gebrauchten) Gefässe unter gleichen äusseren Bedingungen in gleicher Weise dem Angriff des Wassers aussetzt und die dabei in Lösung gegangenen Alkalimengen mit einander vergleicht. Man wird zu diesem Zweck bestrebt sein müssen, die durch Verwitterung und anderweitige[3]) Einflüsse veranlassten Veränderungen der Oberfläche möglichst zu beseitigen. Man gelangt dazu, indem man die Einwirkung des Wassers eine bestimmte Zeit lang andauern lässt, bevor man die Prüfung vornimmt. Da wenige Tage einer Behandlung mit Wasser ausreichend sind, die Produkte der Verwitterung zu entfernen, und da der weitere Verlauf des Angriffs viel regelmässiger erfolgt als am Anfange, so könnte man vorschlagen, die zu prüfenden Gefässe zunächst 3 Tage hindurch mit kaltem Wasser

[1]) Auf das jedesmalige Ausspülen der Kolben vor einer neuen Füllung wurde die grösste Sorgfalt verwendet.

[2]) In ähnlicher Weise werden auch Säuren aus konzentrirten Lösungen durch Glasoberflächen zurückgehalten.

[3]) Bei der mannichfach wechselnden Einrichtung der Kühlräume in den Glashütten ist auch eine dort vor sich gehende Veränderung der Oberflächen nicht ausgeschlossen.

(von 20°) zu behandeln, die entstandene Lösung nun zu beseitigen und das Gefäss mit reinem Wasser von Neuem 3 Tage lang in Berührung zu lassen. Die Lösung wird jetzt auf ihren Gehalt an Alkali geprüft. Die erhaltenen Zahlenwerthe werden gross genug sein, um auch die feineren Unterschiede der Angreifbarkeit verschiedener Glassorten kenntlich zu machen, soweit die Fehlerquellen der Methode selbst dies zulassen. Sollte auch bei dieser Art der Prüfung die ursprüngliche Verwitterung noch von Einfluss sein, so ist dieser sehr gering.

Die folgenden von uns ausgeführten Prüfungen sind in der That nach diesem Verfahren vorgenommen worden. Bei der Vorbehandlung wurde übrigens darauf Bedacht genommen, die nach dem ersten Tage entstandene Lösung durch reines Wasser zu ersetzen.

Nach der Ausführung der eigentlichen Prüfung haben wir dann jedesmal die Glasgefässe einer einstündigen Einwirkung von Wasser von 80° unterworfen, um auch die Angreifbarkeit durch heisses Wasser kennen zu lernen.

Die folgende Reihe ergiebt nach unserer Ansicht ein ungefähres Bild von der Brauchbarkeit der einzelnen Glassorten zu Gefässen, welche zur Aufnahme kalter und heisser neutraler wässriger Flüssigkeiten bestimmt sind.

Wir möchten von vornherein der Ansicht entgegentreten, als sollten die folgenden Zahlen ein endgültiges Urtheil über die Fabrikate der genannten Hütten enthalten; die in der Uebersicht enthaltenen Werthe beziehen sich nur auf die uns zugegangene Lieferung, während, wie man weiss, die Fabrikate in den Hütten zu verschiedenen Zeiten bisweilen verschieden ausfallen. In vielen Hütten werden neben Glassorten von sehr guter Beschaffenheit auch absichtlich oder unabsichtlich solche von geringerem Werthe hergestellt. Es giebt gewiss in Deutschland noch manche Hütte, deren Fabrikate sich den besten hier erwähnten Gefässen an die Seite stellen lassen; auf dem von uns eingeschlagenen Wege sind wir aber nur den angeführten Glassorten begegnet. Andererseits wird man aber, wenn man erwägt, dass die Prüfung sich nur auf die besseren Glassorten erstreckte, den Schluss ziehen können, dass die zahlreichen schlechteren Sorten, welche im Handel vorkommen, die Reihe noch weit nach abwärts fortsetzen würden. Die Zusammenstellung lässt im Uebrigen erkennen, dass die Kolben, welche ja meist in der Hitze beansprucht werden, im Allgemeinen aus besserem Glase bestehen als die Flaschen, welche für den Gebrauch in der Kälte bestimmt sind.

Angreifbarkeit der Glassorten nach dreitägiger Vorbehandlung mit Wasser von 20°.

Die Zahlen bedeuten Tausendstel-Milligramm Natron (Kali).

Bezeichnung des Glases nach der Hütte	Gefäss	3 Tage Digestion mit Wasser v. 20°	1 Stunde mit Wasser v. 80°
Kähler & Martini	Kolben	1,0	6,7
Schweig & Comp.	Kolben	1,5	8,9
Kavalier	Kolben	2,1	8,9
Fettke & Ziegler	Kolben	3,7	29
Schott & Gen., Thermometerglas	Kolben	4,0	43
„Böhm. Hohlgas“	Flaschen	10	43
„Böhm. Hohlglas“	Kolben	7,2	78
Warmbrunn, Quilitz & Comp.	Flaschen	8,9	81
Fettke & Ziegler	Flaschen	7,6	107
Leybold's Nachf.	Kolben	13	176
Hütte in Lambach	Kolben	13	203

Bezeichnung des Glases nach der Hütte	Gefäss	3 Tage Digestion mit Wasser v. 20°	1 Stunde mit Wasser v. 80°
Warmbrunn, Quilitz & Comp.	Kolben	17	211
„Böhm. Glas"	Kolben	21	200
Schilling	Kolben	26	270
Schilling	Flaschen	21	341
Stender	Flaschen	41	279
Leonhardi	Flaschen	41	378
Hütte in Schweppnitz	Flaschen	50	331
Kähler & Martini	Flaschen	51	405
Tritschler & Comp.	Kolben	40	558
Leybold's Nachf.	Flaschen	100	472

F. Endergebniss der Versuche.

Unsere Versuche führen zu dem Ergebniss, dass zwar die Mehrzahl der untersuchten Glasgefässe des Handels zu den gewöhnlichen Zwecken der Chemiker brauchbar ist, jedoch nur wenige davon strengeren Ansprüchen an die Widerstandsfähigkeit gegen Wasser Genüge leisten. Im Folgenden wird eine Übersicht gegeben über die Zusammensetzung derjenigen Gefässe, welche wir bei unserer Prüfung als die besten erkannt haben. Diese sind unter den Kolben diejenigen von Kähler & Martini, von Schweig & Comp., und von Kavalier; unter den Flaschen die aus „böhmischem Hohlglas". Im Anschluss daran wird die Analyse der Kolben No. 6 und No. 9 mitgetheilt, welche aus alkalireicherem Glase bestehen und zur Ausführung der Versuchsreihe IV gedient haben.

Die Analyse hat folgende Werthe ergeben[1]):

I. Kolben von Kähler & Martini.

CaO	9,9 pCt.
K_2O	4,4 „
Na_2O	9,3 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	1,0 „
SiO_2	75,4 „
	100,0 pCt.

II. Kolben von Schweig & Comp.

CaO	7,2 pCt.
K_2O	3,6 „
Na_2O	10,1 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	0,3 „
SiO_2	78,8 „
	100,0 pCt.

III. Kolben von Kavalier.

CaO	7,6 pCt.
K_2O	6,7 „
Na_2O	6,4 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	0,2 „
SiO_2	79,1 „
	100,0 pCt.

IV. Flaschen von „Böhm. Hohlglas".

CaO	8,2 pCt.
K_2O	5,5 „
Na_2O	9,2 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	0,6 „
SiO_2	76,5 „
	100,0 pCt.

V. Kolben No. 6. (von Leybold's Nachf.).

CaO	5,9 pCt.
K_2O	6,6 „
Na_2O	10,4 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	0,6 „
SiO_2	76,5 „
	100,0 pCt.

VI. Kolben No. 9. (von Schilling).

CaO	5,8 pCt.
K_2O	5,3 „
Na_2O	13,4 „
Al_2O_3, Fe_2O_3	2,2 „
MnO	0,2 „
SiO_2	73,1 „
	100,0 pCt.

[1]) Die Bestimmung der Kieselsäure geschah in allen Fällen aus der Differenz.

Von allen untersuchten Gefässen müssen als die besten die in der Hütte von M. Kähler & Martini hergestellten Kolben bezeichnet werden. Wie die Analyse lehrt, hat man es hier mit einem ziemlich kalkreichen und alkaliarmen Glase zu thun. Sehr bemerkenswerth ist es, dass darin sowohl Kali als Natron vorhanden ist; wir sehen darin eine praktische Bestätigung unserer schon früher[1]) ausgesprochenen Ansicht, dass es hinsichtlich des Angriffs besserer Sorten von Glas durch Wasser nicht wesentlich darauf ankommt, ob sie Kali oder Natron enthalten.

Die Vergleichung der analytischen Resultate kann dadurch erleichtert werden, dass man für die einzelnen Gläser die Zahl der Äquivalente Kalk ($Ca\,O$), Alkali ($Na_2\,O$ und $K_2\,O$) und Kieselsäure berechnet und das Verhältniss dieser Zahlen so ausdrückt, dass man für die Kieselsäure den Werth 6 erhält. Man kann nämlich auf diese Weise am besten eine Vergleichung mit einem idealen Glase von der sogenannten Normalformel $R^{II}O$, R^I_2O, $6\,Si\,O_2$ erreichen. Ein solches Glas wird von den Glastechnikern für besonders widerstandsfähig gegen chemische Einflüsse gehalten.

	Normalformel	Kolben von Kähler & Martini	Kolben von Schweig & Comp.	Kolben von Kavalier	Flasche aus Böhm. Hohlglas	Gefässe von Stas.
$Ca\,O$	1	0,85	0,60	0,57	0,69	0,86
$R_2\,O$	1	0,95	0,90	0,72	0,99	0,76
$Si\,O_2$	6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Die Zusammenstellung lässt erkennen, dass sich das Glas von Kähler & Martini in seiner Zusammensetzung der erwähnten Formel schon ziemlich nähert, und man würde sicherlich auch aus der Analyse allein den Schluss gezogen haben, dass ein gutes Glas vorliegt. Von dem Glase, welches Stas früher zur Herstellung seiner Gefässe für die Atomgewichtsbestimmungen verwendet hat, würde man nach der Vergleichung der Analysen sagen müssen, dass es noch erheblich besser ist als das beste der von uns geprüften Gläser. Die Glastechnik ist also im Stande, bei gegebener Gelegenheit Gefässe von hoher Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluss des Wassers zu erzeugen.

Der Grund dafür, dass von den Chemikern nicht ausschliesslich Glasgefässe aus den besten Glassorten gebraucht werden, liegt namentlich darin, dass das alkalireiche Glas wesentlich geringere Kosten zu seiner Herstellung erfordert als die schwerer schmelzbaren besseren Sorten. Man wird also weder erwarten noch verlangen dürfen, dass die Gefässe aus weicherem Glase jemals aus dem Handel verschwinden. Der experimentirende Chemiker muss sich aber darüber klar sein, bis zu welchem Grade die Genauigkeit seiner Arbeiten von der Wahl der Glasgefässe abhängig ist. Wir geben uns der Hoffnung hin, dass unsere Versuche Einiges beitragen mögen, das Urtheil über den Werth von Glasgefässen zu erleichtern und das Interesse an der Prüfung des Glases in weiteren Kreisen zu fördern.

Die vorstehende Untersuchung hat zu folgenden allgemeinen Schlussfolgerungen geführt:

1. Die Einwirkung von kaltem Wasser auf Glas erfolgt anfangs sehr schnell, wird aber bald wesentlich langsamer; die Verlangsamung ist auf die Entstehung einer ausgelaugten schwer durchdringlichen Schicht zurückzuführen.

[1]) F. Mylius u. F. Foerster. *Diese Zeitschrift 1889. S. 120.*

2. Die Stärke des Angriffes von Wasser auf Glas wird durch Verwitterungserscheinungen beeinflusst.

3. Das Verhältniss der Angreifbarkeit durch kaltes und durch heisses Wasser ist bei den einzelnen Glassorten verschieden.

4. Die Behandlung von Glasgefässen mittlerer Beschaffenheit mit kaltem oder heissem Wasser ist für die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit ihrer Oberflächen von grossem Nutzen, in viel geringerem Grade bei schlechten Gläsern.

5. Glasoberflächen haben die Eigenschaft, Alkali aus Lösungen zu absorbiren, und bei dem Abspülen mit Wasser festzuhalten, sodass es einer längeren Berührung mit Wasser bedarf, um das Alkali wieder vom Glase zu entfernen.

Charlottenburg, 15. Juni 1891.

Studium einiger physikalischen Eigenschaften von Gläsern und über ein neues werthvolles Glas für die Thermometrie.

Von
Dr. O. Schott in Jena.

Gelegentlich eines Studiums der Bedingungen spannungsfreier Kühlung von Gläsern für optische Zwecke habe ich diejenigen niedrigsten Temperaturen bestimmt, bei welchen eine dauernde Verschiebung der kleinsten Theilchen noch möglich, d. h. der erste Beginn des Erweichens zu konstatiren ist.

Ich bediente mich hierbei stark gespannter, durch Abkühlung ausgezogener Stäbe in freier Luft hergestellter kurzer Zylinder von 10 bis 15 *mm* Durchmesser und 20 bis 40 *mm* Länge, die an den Enden zur Durchsicht plan geschliffen waren. Bekanntlich bemerkt man an solchen, wenn man sie in geeignete Stellung zwischen zwei Nikols bringt, ähnliche Erscheinungen wie an optischen einaxigen Krystallen: ein schwarzes Kreuz mit farbigen Ringen, deren Anzahl bei gleicher Länge der Stäbchen von der Intensität der Spannung abhängig ist. Setzt man solche Stäbchen höheren Temperaturgraden aus und beobachtet vor und nachher die Anzahl der Ringe, so kann man aus einer Verminderung derselben den sicheren Schluss ziehen, dass eine Abnahme der Spannung, also eine dauernde Verschiebung der Glastheilchen in ihrer gegenseitigen Lagerung stattgefunden hat. In dem Betriebe des hiesigen Glashüttenunternehmens wird von einem in grossem Maassstabe ausgeführten Thermostaten Gebrauch gemacht, der Temperaturen von 350 bis 477° einzuhalten gestattet. Die Dampfspannung des Quecksilbers — gemessen an einer offenen Quecksilbersäule — ist der Maassstab der Temperatur; sie schliesst sich den Regnault'schen Bestimmungen der Tension des Quecksilberdampfes an. Die Schwankungen des Barometerstandes, die bei höheren Temperaturen bedeutungslos sind, bei niederen aber etwa bis 2° betragen können, sind dabei nicht berücksichtigt.

In Untersuchung genommen wurden drei optische und zwei Gläser für thermometrische Verwendung mit nachfolgender Zusammensetzung:

1. Gew. Kron 682.

Kali	16,00 %	Borsäure	2,50 %
Natron	6,00 „	Arsensäure	0,40 „
Calciumoxyd	5,10 „	Manganoxyd	0,10 „
Bleioxyd	3,00 „	Kieselsäure	66,90 „

2. Gew. Flint 672.	
Bleioxyd	47,30 %
Kali	8,00 „
Natron	0,50 „
Arsensäure	0,30 „
Manganoxyd	0,07 „
Kieselsäure	43,83 „

3. Borosilikat Kron 792.	
Kali	10,50 %
Natron	9,00 „
Zinkoxyd	2,30 „
Borsäure	8,50 „
Arsensäure	0,30 „
Braunstein	0,06 „
Kieselsäure	69,34 „

4. Jenaer Norm. Therm. Gl.	
Natron	14,0 %
Zinkoxyd	7,0 „
Calciumoxyd	7,0 „
Borsäure	2,0 „
Aluminiumoxyd	2,5 „
Manganoxyd	0,2 „
Kieselsäure	67,3 „

5. Borosilikat-Therm. Gl. 59^{III}.	
Natron	11,00 %
Aluminiumoxyd	5,00 „
Borsäure	12,00 „
Manganoxyd	0,05 „
Kieselsäure	71,95 „

Die Temperaturen, bei denen unzweifelhaft eine Verminderung der Anzahl der Ringe, also durch Abnahme der Spannung eine dauernde Verschiebung der kleinsten Theilchen untereinander und demnach das erste Erweichen stattgefunden hatte, sind:

1.	für Kron 682	400 bis 410°
2.	„ Flint 672	350 „ 360
3.	„ Borosilikat Kron 792	400 „ 410
4.	„ Jen. Norm.-Therm.-Gl.	400 „ 410
5.	„ Borosilikat-Therm.-Gl. 59^{III}	430 „ 440.

Die Zeitdauer der Temperatureinwirkung betrug 20 bis 24 Stunden. Nach dieser wurden die Stäbchen aus dem Apparate entfernt und, erkaltet, im polarisirten Lichte untersucht. Niedrigere Temperaturen als die angegebenen waren bei gleicher Zeitdauer ohne Einfluss auf den Spannungszustand, höhere liessen die Ringe in grösserer Zahl bezw. schneller zum Verschwinden gelangen. Es muss hier noch ausdrücklich hervorgehoben werden, dass bei Aufwendung längerer Zeiträume auch noch niedrigere Wärmegrade eine Verschiebung der kleinsten Theile möglicherweise hätten bewerkstelligen können.

Aus den angegebenen Temperaturen erkennt man den Zusammenhang zwischen dem Grade der Schmelzbarkeit und der Erstarrungsgrenze; der schwierigeren Schmelzbarkeit entspricht die höhere Erhärtungstemperatur und umgekehrt. Das gewöhnliche Flintglas 672 wird von manchen Flintgläsern in der Höhe des Bleigehaltes und demnach auch in der Leichtschmelzbarkeit übertroffen; es ist daher nicht zweifelhaft, dass es auch Gläser mit wesentlich niedrigerer Erweichungstemperatur giebt als No. 672, ebenso wie sich auch noch solche finden dürften, die bei höherer Wärme erhärten, als bei 59^{III} angegeben ist. Während die vorstehend gemachten Mittheilungen, insofern sie auf das optische Glas Bezug haben, nur soweit von Werth sind, um die Temperaturen festzustellen, in der Nähe welcher der Wärmeabfall möglichst vorsichtig regulirt werden muss, um eine vollständige Beseitigung der Spannung zu erreichen, haben die Zahlen für die praktische Thermometrie eine höhere Bedeutung. Sie geben die Grenze an, bis zu welcher Glasquecksilberthermometer erhitzt werden dürfen, ohne dass der Ausgleich der

vorhandenen Spannungen eintritt. Bekanntlich sind diese letzteren in allen Glaskörpern in hohem Maasse vorhanden, wenn sie nicht einem ganz sorgfältigen langsamen Kühlprozess unterworfen werden. Ihr Verschwinden ist mit einer Volumenverminderung verknüpft, durch welche stets eine Erhöhung des spezifischen Gewichts und bei Thermometern eine Verkleinerung des Gefässvolumens, die 10 bis 20° Standerhöhung des Quecksilbers beträgt, veranlasst wird. Eine wichtige Frage für das hochgradige Quecksilberthermometer ist nun diejenige, ob die ermittelte Erweichung nahe oberhalb der angegebenen Temperaturgrenze so gross ist, um ein Aufblähen des Glases zu gestatten und damit den Gebrauch der Quecksilberthermometer auszuschliessen. — Das bei 430° erweichende Glas 59[III] ist neben seinen weiter unten noch zu behandelnden werthvollen Eigenschaften in niederen Graden für feinere Thermometer auch von vornherein das günstigste Glas zur Bestimmung höherer Wärme. Welchen Grad von Plastizität dieses Glas oberhalb der angegebenen Temperatur hat, dürfte von genügendem Interesse sein, um untersucht zu werden.

Zu diesem Zwecke fertigte man aus Stabröhren der genannten Glasart eine Anzahl Thermometer bis über 500°, deren Theilung oberhalb 100° unter Weiterführung des Intervalls von 0 bis 100° bewerkstelligt wurde; am oberen Ende der Kapillare befand sich eine Erweiterung von annähernd gleicher Grösse wie das Quecksilbergefäss. Nach der Füllung des Thermometers mit Quecksilber presste man, unter Anwendung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln, in das Instrument Stickstoff unter einem Drucke von 10 *Atm.*[1]). Man kann hierdurch den Siedepunkt des *Hg.* so weit erhöhen, dass man Temperaturen über 500° beobachten kann, ohne Dampfentwicklung im Gefäss befürchten zu müssen. Durch die grosse Erweiterung wurde beabsichtigt, während des Aufsteigens des Quecksilbers einen möglichst gleichmässigen Druck zu erhalten. Die jetzt üblichen mit Stickstoff gefüllten Thermometer ohne Erweiterung lassen die Entstehung ganz ausserordentlich hoher Drucke zu, bei denen innerhalb der Elastizitätsgrenze liegende Deformationen des Gefässes im Sinne der Erweiterung möglich sind.

Zwei Thermometer der beschriebenen Art wurden in ihrer ganzen Ausdehnung in den mehrerwähnten Kühlapparat gebracht und, nachdem sie 2 bis 3 Tage auf etwa 470 bis 477° gehalten worden waren, innerhalb weiterer 9 Tage auf 360° und dann auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt. Der Druck des Stickstoff hatte sich bei der erreichten höchsten Temperatur hierdurch auf etwa 27 bis 28 Atmosphären gesteigert. Trotzdem war der Erfolg dieser Erwärmung nicht — wie man hätte erwarten sollen — eine Erweiterung des Quecksilbergefässes, sondern eine Verkleinerung; es zeigte sich nämlich eine Standerhöhung des Quecksilbers in der Kapillare um etwa 13 bis 15°. Es erhellt hieraus, dass diejenigen Kräfte, welche zur Ausgleichung der inneren Spannungen in den Glasgefässen zur Wirkung kommen, von dem herrschenden Druck auch bei mehrtägiger Einwirkung wenig oder gar nicht beeinflusst werden. Die Plastizität des Materiales ist demnach auch 40° über dem eigentlichen Erweichungspunkt in der eingehaltenen Zeitdauer nach dem beschriebenen Verfahren nicht nachweisbar.

Um nun eine in nicht zu langer Zeit verlaufende sichtbare Erweichung des Glases, die sich in einer Erweiterung des Quecksilbergefässes am Thermometer

[1]) Es gelang dies durch Schmelzen einer kleinen Menge Schellack in der Kapillare oberhalb der Erweiterung. Nach dem Erkalten derselben konnte man die Kapillare, die man vorher dünn ausgezogen hatte, verschmelzen, ohne dass der komprimirte Stickstoff entweichen konnte.

erkennen lässt, zu erreichen, bediente man sich zur Wärmemessung des Joly'schen Gasthermometers[1]), dessen Gefäss aus demselben Glase 59^{III} gefertigt und mit Wasserstoff von etwa $^2/_3$ Atmosphärenspannung gefüllt war. Mit diesem Gefässe brachte man ein über 500° getheiltes Thermometer in einen allseitig umschlossenen Eisenblechzylinder derart, dass die obere Erweiterung und ein Theil der Kapillare ausserhalb des erwärmten Zylinders sich befand. Man erhitzte nun unter stetigem Ansteigen der Quecksilbersäule im Gasthermometer solange, bis trotz langsam steigender Wärme das Quecksilber zu sinken begann, also eine Erweichung des Glasgefässes eingetreten war. Es war dieser Zeitpunkt sicher erkennbar unter einem Drucke von 750 *mm*. Das Quecksilber im Thermometer war etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden lang über 500° und zum Theil in die obere Erweiterung eingetreten. Unter Zugrundelegung des ursprünglichen Volumens des Gefässes am Luftthermometer berechnete sich die erreichte Temperatur auf 596°. Führte man in die Rechnung das durch Aufblähen vergrösserte Gefässvolumen ein, so berechnete sich die Temperatur auf 667°. Hiernach hatte etwa $^1/_2$ Stunde eine mittlere Temperatur von 630° geherrscht; diese hatte ausgereicht, um das Gefäss des Quecksilberthermometers unter einem Drucke von reichlich 10 bis 15 Atmosphären um etwa $^1/_{10}$ des Volumens aufzublähen und das sehr viel grössere Glasgefäss im Gasthermometer unter einem Ueberdrucke von 750 *mm* sichtlich zu vergrössern. Aus dem angegebenen Verhalten ist zu erkennen, in wie geringem Maasse die Plastizität des Glases oberhalb seiner Erweichungsgrenze zunimmt und es ist kaum zu bezweifeln, dass man hochgradige Thermometer auch noch weit über dieser Grenze — vielleicht bis 550° — wird benutzen können, wenn man die Wärme nicht zu lange wirken lässt. Natürlich ist dabei stets der Möglichkeit des Auftretens schwacher neuer Spannungen und der Erniedrigung des Eispunktes nach der Abkühlung Rechnung zu tragen.

Unter den ersten Veröffentlichungen[2]) über das im Glastechnischen Laboratorium regelmässig dargestellte und für den praktischen Gebrauch bestimmte sogenannte Normal-Thermometerglas, ist ein Glas beschrieben und zu einigen Thermometern verarbeitet worden, welches die Nummer 18^{III} trug und sich neben einer geringen Nachwirkung noch dadurch auszeichnete, dass es in seinen Angaben bis + 50° eine ausserordentlich nahe Uebereinstimmung mit dem Luftthermometer zeigte. Für die feinsten Ansprüche, welche man an den Gebrauch der Quecksilberthermometer stellt, war dieser Vorzug gross genug, um auch dieses Glas der Thermometrie dienstbar zu machen. Leider aber gestattete die extreme Zusammensetzung dieses Glases nicht, an der Glasmacherpfeife diejenigen Hüttenoperationen vorzunehmen, welche nöthig sind, um gute Röhren zu erzeugen; während des Wiedererwärmens gelangten feine Krystallnadeln zur Ausscheidung und machten das Material unbrauchbar.

Im Laufe der letzten Jahre sind nun einige Versuche unternommen worden, um auch in diesem Punkte noch Rath zu schaffen. Die wesentlichste Eigenthümlichkeit in der Zusammensetzung des Glases 18^{III}, der man den eigenartigen Einfluss auf den Gang der Ausdehnung zuschreiben musste, schien ein hoher Bor-

---

[1]) Herr Professor Winkelmann, Direktor des physikalischen Instituts der hiesigen Universität, hatte die dankenswerthe Güte, mir sowohl dieses Instrument zu leihen, wie auch bei Herrichtung und Benutzung desselben ausserordentlich werthvolle Hilfe zu leisten.

[2]) H. F. Wiebe, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, 12. November 1885.

säuregehalt zu sein. Die Aufgabe war deshalb dahin zu stellen: ein an der Pfeife und vor der Glasbläserlampe gut zu verarbeitendes möglichst resistentes Glas von hohem Borsäuregehalt mit einem Alkali zu erzeugen. Von den Gläsern, welche zu diesem Zwecke geschmolzen wurden, zeigte sich die mehrfach schon vorher erwähnte No. 59 III auch in dieser Hinsicht von besonders schätzenswerthen Eigenschaften. Herr Wiebe, Mitglied der Physik.-Techn. Reichsanstalt, hatte die Güte, diese Glassorte einer vorläufigen thermometrischen Prüfung zu unterziehen, mit folgenden Resultaten, die dem Verf. in freundlichster Weise mitgetheilt wurden:

Glas 59 III

No. 2503 (feingekühlt![1]). No. 2502 (nicht feingekühlt!).

Die Depression des Eispunkes nach Erwärmen auf 100° hat sich bei beiden Thermometern zu 0,02 ergeben; ein zwölfstündiges Erwärmen auf 100° mit nachfolgendem langsamen Abfall bis 32° hat den Eispunkt (nach Zimmertemperatur) bei dem gekühlten Thermometer No. 2503 um 0,01 bis 0,02° gehoben, bei dem nicht gekühlten (No. 2502) dagegen um 0,06°. Es können demnach die Angaben des gekühlten Thermometers als nahezu vollständig unveränderliche betrachtet werden.

Die Vergleichung mit dem Luftthermometer hat folgende Abweichungen bis 50° ergeben:

bei	Reduktion auf das Luftthermometer
0 Grad	0,00 Grad
10 „	− 0,01 „
20 „	− 0,02 „
30 „	− 0,01 „
40 „	− 0,01 „
50 „	+ 0,02 „

Quecksilberthermometer aus dieser Glassorte schliessen sich also in ihrem Gange dem Luftthermometer bis 50° nahezu vollkommen an.

Glas 59 III

No. 2508 (feingekühlt!). No. 2512 (nicht gekühlt!).

Eine dreissigstündige Erhitzung auf 300° hat bei dem gekühlten Thermometer den Eispunkt um 0,1 bis 0,2° gehoben, bei dem nicht gekühlten um 3,9°. Auch aus diesem Verhalten ist die geringe Veränderlichkeit der Angaben des gekühlten Thermometers zu erkennen.

Gleichzeitig mit diesem Glase wurde auch noch zum Vergleich ein solches mit höherem Ausdehnungskoëffizienten 63 III untersucht.

Glas 63 III No. 2513 (nicht gekühlt!).

Die Depression des Eispunktes nach Erwärmen des Thermometers auf 100° ist 0,05° gefunden worden. Der Eispunkt hat sich unter dem Einfluss der Zimmertemperatur im Verlauf von 6 Wochen um 0,03 bis 0,04° gehoben.

[1]) Die Kühlung der Thermometer erfolgte, bevor das Quecksilber eingefüllt war, in dem mehrfach erwähnten Apparate der hiesigen Hütte etwa 14 Tage. Das Thermometer hatte hierdurch noch die hohe Erwärmung von der Füllung aufgenommen.

Die Vergleichung mit dem Luftthermometer hat für dieses Glas folgende Reduktion ergeben:

bei	Reduktion auf das Luftthermometer.
0 Grad	0,00 Grad
10 „	– 0,06 „
20 „	– 0,10 „
30 „	– 0,11 „
40 „	– 0,11 „
50 „	– 0,12 „

Herr Wiebe wird die thermischen Untersuchungen der Glassorte 59^{III} weiterführen und darüber später ausführlicher berichten; jetzt sei nur noch bemerkt, dass er das weitere Anwachsen der Depression für 59^{III} auf 0,03° bis 0,04° und für 63^{III} auf 0,07° bis 0,09° schätzt.

Die Beträge der Depression bestätigen die Vermuthung des Verfassers, dass bei Vorhandensein nur eines Alkalis im Thermometerglas der Depressionsbetrag im Wesentlichen abhängig ist von der Grösse des Ausdehnungskoeffizienten. Hiernach ist für Thermometer dasjenige Glas mit einem Alkali das Günstigste, dessen Ausdehnung am geringsten ist. (Siehe die weiter unten angegebene Ausdehnung beider Gläser.)

Aus diesen vorläufigen Mittheilungen ist der hohe Werth ersichtlich, den das neue Glas 59^{III} sowohl für hochgradige Thermometer hat, wie auch für solche, an welche die höchsten Ansprüche in der Genauigkeit der Angaben gestellt werden.

Die Beseitigung der Spannungen durch einen sorgfältigen Kühlprozess an den noch nicht mit Quecksilber gefüllten Thermometern giebt die Möglichkeit an die Hand, alle dauernden Veränderungen auf ein ganz geringes Minimum zu reduziren.

Es sei hier einer Vorrichtung gedacht, welche ich angewendet habe, um die in der Glaswand der Thermometer vorhandenen Spannungen unmittelbar dem Auge zur Anschauung zu bringen:

Wenn man sich ein hohes parallelwandiges Gefäss aus Glasplatten zusammenkittet, in dieses das zu untersuchende Stabthermometer hineinstellt und den übrigen Raum mit einer Flüssigkeit ausfüllt, welche denselben Brechungsexponenten hat wie das zum Thermometer verwendete Glas, so geht, abgesehen vom Dispersionsrest, jeder Lichtstrahl von der einen Seite des Gefässes ungebrochen durch die Glaswandung des Thermometers und macht diese in ihrer vollen Ausdehnung in ähnlicher Weise dem Auge sichtbar, wie wenn man einen idealen Durchschnitt durch die ganze Länge des Thermometers gelegt dächte. Bringt man eine solche Vorrichtung so vor einen Glashohlspiegel, dass auffallendes polarisirtes Licht im Brennpunkt durch ein analysirendes Nikol und das Auge aufgenommen wird, so werden in dem sichtbaren Glasquerschnitt des Thermometers bei der richtigen Stellung der Nikols die für die Spannung des Glases charakteristischen hellen und dunkeln Linien sichtbar. Ein ungespanntes Thermometer erscheint bei der Parallel- und Kreuz-Stellung der Nikols nur hell oder dunkel.

Nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Dr. Czapski soll der Pariser Thermometerfabrikant Baudin für seine hochgradigen Thermometer die Nullpunktkorrektionen dadurch vermeiden, dass er die Thermometer 8 Tage in sie-

dendem Schwefel erhitzt. Diese Angabe klingt sehr wohl glaubhaft, wenn man sich vergegenwärtigt, dass der Siedepunkt des Schwefels bei 448° und die Erweichungstemperatur der gewöhnlichen Gläser zwischen 400 und 410° liegt. Ich habe nun festzustellen versucht, ob auch das schwerer erweichende Glas 59^{III} in ähnlicher Weise seine Spannungen zur Auslösung bringt. Ein kurzes an beiden Seiten gerade anpolirtes Stäbchen mit unzählbaren Spannungsringen im polarisirtem Licht zeigte nach 4 Tage langem Aufenthalt in siedendem Schwefel nur noch 3 solcher Ringe. Es ist kaum zweifelhaft, dass auch diese nach längerer Fortsetzung des Siedens verschwunden sein würden. Das angegebene Verfahren dürfte wohl geeignet sein, dem Thermometer-Verfertiger dann gute Dienste zu leisten, wenn keine besseren Einrichtungen vorhanden sind, welche die Anwendung höherer Temperatur und dadurch eine schnellere Beseitigung der Spannungen vorzunehmen gestatten.

Im Anschlusse an diese thermometrischen Untersuchungen hatte Herr Professor Winkelmann die Freundlichkeit, für einige Glassorten an Gefässdilatometern die kubischen Ausdehnungskoeffizienten für die Temperatur 0 bis 100 mit folgenden Ergebnissen zu bestimmen:

		ungekühlt	gekühlt
Jenaer. Normal-Thermom.-Glas		0,0000244	—
Glas 63^{III} von der Zusammensetzung Na_2O—18,5% CaO—8,0% As_2O_5—0,3% Mn_2O_3—0,1% SiO_2—73,1%	a. b.	0,0000289 0,0000290	— —
Glas 59^{III}	a.	0,0000177 —	a. 0,0000172 b. 0,0000170

In hohem Grade auffällig ist bei diesen Zahlen der sehr niedrige Ausdehnungskoeffizient des Glases 59^{III}, der seinen Grund hat im theilweisen Ersatz der die Ausdehnung stark steigernden Alkalien durch Borsäure. Ich bin noch mit dem Studium des Zusammenhanges zwischen chemischer Zusammensetzung und Ausdehnungskoeffizienten der Gläser beschäftigt und werde hierüber später berichten. Es mag nur hier noch daran erinnert werden, dass die Existenz von Gläsern, die sich vor der Lampe verarbeiten, mit grossen Unterschieden in der Ausdehnung, von Wichtigkeit für manche physikalische und messende Zwecke ist. Es ist durch geeignete Kombinationen von zwei solchen Gläsern möglich, indem man ein äusseres Gefäss mit geringer und ein inneres (Schwimmergefäss) mit grosser Ausdehnung zur Kompensation anwendet, ein Volumen unabhängig von der Temperatur zu machen. Würde man eine solche Kombination als Gefäss für Thermometer in Anwendung bringen, so könnte man den Einfluss der Ausdehnung des Glases ganz eliminiren und die thermische Nachwirkung damit beseitigen, vorausgesetzt natürlich, dass der Verlauf der Ausdehnung beider Gläser in gleichen Temperaturintervallen ein ähnlicher ist.

Die Anfertigung von Pyknometern mit genau gleichem Volumen bei allen Temperaturen, welche für die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes und der Ausdehnungskoeffizienten von Flüssigkeiten werthvoll wären, würde keine Schwierigkeiten machen.

Vereinigt man auf geeignete Weise zwei flache Glasstücke von verschiedenem Ausdehnungskoeffizienten in rothglühendem Zustande derart, dass beide Stücke mit ihren Breitseiten vereinigt sind und zieht das Ganze zu einer dünnen Lamelle aus, so erhält man einen Glasfaden, der sich um so stärker krümmt, je mehr er erkaltet und je grösser die Differenz der Ausdehnungen der beiden Gläser ist. In gleicher Weise, wie ein solcher Faden sich krümmt während der Abkühlung, richtet er sich wieder grade durch neues Erwärmen und folgt jeder Temperaturschwankung durch entsprechende Aenderung seiner Krümmung. Das Verhalten eines solchen Fadens ist ein gleiches wie das der bekannten Metallthermometer. Nur würde das Glas den Metallen gegenüber den Vorzug haben, wegen seines gänzlichen Mangels an Plastizität unter Rothgluth keine anderen Formveränderungen zu gestatten als diejenigen, die innerhalb der Elastizitätsgrenze liegen. Die Möglichkeit der Benutzung solcher Glaslamellen zur Wärmemessung ist zwar hiermit nahe gelegt, doch würde eine weitergehende Beschäftigung mit dem Gegenstande dazu gehören, um ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob und in welchen Fällen Vorzüge gegenüber den jetzt üblichen Methoden damit zu erreichen sind.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit sind:

1. Die niedrigste Erweichungstemperatur für Normal-Thermometer-Glas und die gewöhnlichen Gläser mittlerer Schmelzbarkeit liegt zwischen 400 und 410 Grad. Leichter schmelzbares Flintglas erweicht schon bei 350 bis 360° und schwerer schmelzbares Borosilikatglas 59^{III} bei 430 bis 440°.
2. Die Zunahme der Plastizität der Gläser oberhalb der Erweichungstemperatur ist eine ausserordentlich geringe und schliesst die Verwendung von Thermometern zur Messung solcher Grade nicht aus.
3. Ein Glas der Zusammensetzung wie 59^{III} ist für jede Art thermometrischer Verwendung von sehr werthvollen Eigenschaften und besonders ausgezeichnet durch einen mit dem Luftthermometer sehr nahe übereinstimmenden Gang.
4. Eine der Füllung der Thermometer vorausgehende sorgfältige Kühlung macht die Angaben derselben dauernd nahezu vollkommen unveränderlich.
5. Ein längerer Aufenthalt von Thermometern in siedendem Schwefel ist geeignet, deren Spannungen zu beseitigen.
6. Borosilikatgläser mit niedrigem Alkaligehalt (wie 59^{III}) haben ausnahmsweise niedrige Ausdehnungskoeffizienten.
7. Durch Kombination solcher mit Gläsern von hoher Ausdehnung lassen sich Gefässe mit einem von der Temperatur unabhängigen Volumen anfertigen.

Jena, am 25. Juli 1891.

Quecksilberpipette.

Von
Dr. V. Dvořák in Agram.

Es ist kaum möglich, mit einer gewöhnlichen geraden Pipette Quecksilber aufzunehmen; dagegen ist es sehr leicht, wenn man der Pipette die in beistehender Figur bezeichnete Form giebt.



Saugt man bei *a*, so tritt das Quecksilber in die Erweiterung *b* und kann dann leicht transportirt werden. Durch Neigen kann man das Quecksilber wieder ausfliessen lassen. Man kann der Pipette auch nach Belieben sehr kleine Quecksilbermengen entnehmen, indem man soweit neigt, bis ein wenig Quecksilber in dem engen Theile *d* hängen bleibt, und dann bei *a* bläst.

c ist ein Baumwollpropf, der verhindert, dass beim Aufnehmen von verschüttetem Quecksilber Staub oder Quecksilbertröpfchen in den Mund kommen. Das Kapillarrohr *d f* ist recht dünn und kurz zu nehmen.

Aus schwer zugänglichen Spalten kann man Quecksilbertröpfchen durch einen amalgamirten Zinkdrath (oder zugespitzten Streifen Zinkblech) entfernen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber ein Zentrirfutter als Ersatz für Holzfutter.

Von Ludwig Mach in Prag.

Der Mechaniker wird sehr oft sich der (im Maschinenbau so gebräuchlichen) Planscheibe nicht bedienen können, weil er mit einer grossen Menge subtiler Objekte zu thun hat, die entweder den Druck der Spannklauen nicht aushalten, oder so klein sind, dass sie sich für die Planscheibe überhaupt nicht eignen. In solchen Fällen wird zum Holzfutter gegriffen, das eine Menge Uebelstände mit sich führt und durch seinen raschen Verbrauch obendrein zu einem ziemlich theuren Werkzeuge wird.



Fig. 1.

Das nebenstehend (Fig. 1) abgebildete Futter besitzt die Vortheile eines Holzfutters, ohne jedoch mit den Mängeln eines solchen behaftet zu sein, und soll so diese längst gefühlte Lücke in der Reihe der mechanischen Futter ausfüllen. Ein kräftiger mit dem Spindelgewinde der betreffenden Bank versehener Ansatz trägt eine hinten durch Rippen versteifte, vorn genau plan gedrehte und mit einem vorstehenden Rande versehene Platte. Das Ganze besteht aus einem einzigen Gussstücke aus Rothmetall. Die Scheibe selbst ist an ihrer Vorderseite mit einer gleichmässig vertheilten dünnen Schicht von Rose's Metalllegirung überzogen. Das betreffende Arbeitsobjekt wird nun aufgelegt und mit dieser bei 100° C schmelzenden Legirung aufgelöthet. Bei der geringen Masse des Futters und dem niedrigen Schmelzpunkt der Legirung gelingt dies ausserordentlich schnell und exakt. Falls man ein Objekt nun genau zentriren muss, bedient man sich der in (Fig. 2) angegebenen Hilfsvorrichtung,

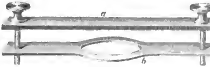


Fig. 2.

welche aus einem Paar Querbalken *a* und *b* besteht, deren hinterer Balken *b* aus einer starken Eisenfeder gefertigt und zugleich durchbrochen und deren vorderer nicht federnder Balken durch zwei Schrauben mit dem ersten verbunden ist. Beim Gebrauche stülpt man nun den hinteren Balken über den Futteransatz, drückt mittels des vorderen

Balken und der beiden Schrauben das Arbeitsstück an die Scheibe an, und zentrirt auf der Bank durch leises Klopfen. Dann löthet man das Stück auf die oben beschriebene Weise fest, und nimmt die Klammer herunter. Beabsichtigt man das mit einem Kernpunkt versehene Arbeitsstück mit der Spitze der Pinole zu zentriren, so bedient man sich eines vorderen Balkens, der in der Mitte eine entsprechend grosse Bohrung trägt. Selbst Röhren kann man, wenn man das Metall etwas reichlicher aufträgt, gut befestigen; nur bedient man sich hier mit Vortheil kleinerer Futter. Selbst sehr lange Röhrenstücke können befestigt werden, um von denselben einzelne Stücke herunterzustechen, deren Weiterbearbeitung ohne jegliches Futter keine Schwierigkeiten macht, wenn dieselben, was wohl meist der Fall ist, auf der einen Seite ein Gewinde erhalten haben. Es ist zu bemerken, dass man nicht nur Futter von verschiedener Grösse vorräthig haben soll, sondern auch solche, welche nur einen ausserordentlich dünnen Metallüberzug haben, für Gegenstände, die einer sehr genauen Zentrirung bedürfen; und wiederum solche mit stärkerem Metallüberzug für Gegenstände die nur auf der Fläche der Scheibe gut aufliegen müssen.

Durch dieses Futter erzielt man ein vollkommen staubfreies Arbeiten und schliesst jegliche Vibrationen aus, vermeidet das Abspringen und starke Erwärmen der betreffenden Objekte. Beim Abnehmen reinigt man sehr leicht die Löthstellen der Arbeitsstücke mit einer mit etwas Talg befetteten Bau'schen Putzwolle, wogegen bei der alten Methode die Objekte durch das Abkratzen des verbrannten Schellacks, oder durch das Einsetzen desselben in die Gewinde (z. B. beim Auflösen in Alkohol) nicht wenig beschädigt wurden. Der Verbrauch an Rose'schem Metall beschränkt sich lediglich auf die Verluste beim Herabnehmen, ist also ein minimaler, und dürfte demnach dieses Futter selbst bei dem hohen Preise dieser Legirung[1]) (15 Mk. per Kilo nach Trommsdorff's Notirung) sich auch bei ausgedehnter Verwendung unvergleichlich billiger stellen, besonders wenn man noch die Reinlichkeit und Schnelligkeit der Manipulationen mit demselben mit in Anschlag bringt.

Referate.

Messung mittels Lichtwellen.

Am. Journ. of Science V. **39.** *S. 115. (1890.)*

Die Anwendung von Interferenzmethoden auf astronomische Messungen.

Von Alb. A. Michelson. *Phil. Mag. V.* **30.** *S. 1. (1890.)*

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Teleskope wie Mikroskope sind eng an die Natur des Lichts, insbesondere die Grösse der Lichtwellen geknüpft. Gerade die relative Kleinheit der letzteren hat einen so hohen Grad der Vollkommenheit in der Konstruktion der ersteren ermöglicht. Welches diese Grenzen sind, ist seit den grundlegenden Arbeiten von Herschel, Airy, Fraunhofer, Schwerd und Foucault auf der einen, Helmholtz und Abbe auf der anderen Seite ziemlich allgemein bekannt und nur verhältnissmässig wenig haben dieselben durch die auf der gegebenen Unterlage weiterbauenden Forschungen von Dawes, André, Rayleigh u. A. weitergerückt werden können. Ueber eine diese letzteren Forschungen zusammenfassende Darstellung André's habe ich kürzlich an dieser Stelle referirt[2]).

[1]) Für manche Zwecke könnte man Wood's Metalllegirung verwenden, welche schon bei 80° C schmilzt, wenn man z. B. bereits gelöthete Gegenstände auf der Platte befestigen will. Da jedoch das gebräuchliche Schnellloth seinen Schmelzpunkt bei 200° C hat, kann man meinen Erfahrungen nach ganz bequem auch derartige Objekte mit Rose'schem Metall anlöthen, ohne befürchten zu müssen, die erste mit Schnellloth hergestellte Löthung zu zerstören.

[2]) *Diese Zeitschr. 1890. S. 294.*

Alle diese Untersuchungen hatten zur Voraussetzung, dass die optischen Instrumente den Zweck hätten, Bilder, d. h. eine punktweise Abbildung, der äusseren Objekte zu vermitteln und waren darauf gerichtet, diese Bilder zu vervollkommnen, d. h. im wesentlichen sie „feinkörniger“ zu machen. Dies kann auch allein der einzunehmende Standpunkt sein, wenn es sich darum handelt, die Details der Objekte durch Sehen zu erkennen, ihre Einzelheiten nach Form, Lage, Anordnung, Farbe u. s. w. zu unterscheiden und festzustellen. Anders, wenn es die Aufgabe ist, nur die gegenseitige Entfernung, Bewegung, Grösse von Objekten, deren nähere Beschaffenheit ausser Frage steht, messend zu verfolgen. Auch dann bediente man sich bisher meist der Sehinstrumente und hielt den in der Genauigkeit der Messungen möglichen Fortschritt geknüpft an den in der Feinheit der Bildwirkung jener erreichbaren. Nicht mit Recht, wie der Verf. im Allgemeinen und im Speziellen nachweist.

Um Messungen anzustellen, kann man oft ganz darauf verzichten, eigentliche Bilder zu erhalten und zu benutzen, sondern es genügt dann, von der zu messenden Grösse Zeichen irgend welcher Art zu erhalten und es fragt sich, ob man diese Zeichengebung nicht merklich empfindlicher gestalten und damit die Genauigkeit der Messungen viel weiter treiben kann als nach dem bisherigen Verfahren.

Verf. weist in der ersten der oben aufgeführten Abhandlungen darauf hin, welch ausserordentliche Genauigkeit man schon jetzt mit gewissen Interferenzapparaten (von der Art der Interferenzrefraktometer) hat erreichen können, in welchen sozusagen die Lichtwellenlänge selbst als unmittelbarer Maassstab der Messung benutzt wird.

Auf diese Ueberlegungen hin skizzirt Verf. in Kürze und anknüpfend an schon existirende Typen von bildentwerfenden Instrumenten eine Reihe von Konstruktionen, die sämmtlich den Zweck haben, unter Preisgebung von deren „Auflösungs“- und „Unterscheidungs“-Vermögen allein die Messungsgenauigkeit zu erhöhen. Die Linsen und Spiegel von grosser (linearer oder angularer) Apertur und vollkommenem, genau abzumessendem Schliff, welche das Wesentliche, Schwierige und Kostbare der leistungsfähigen Bildinstrumente sind, werden dabei durch kleine, geeignet angeordnete Spiegelchen und planparallele Glasplättchen ersetzt; das ganze Instrument wird also unvergleichlich wohlfeiler. Trotzdem soll die mit denselben erreichbare Genauigkeit der Messungen eine „mindestens zwanzig Mal“ höhere sein.

Ein näheres Eingehen auf diese Vorschläge und Betrachtungen ist hier kaum möglich, da sie auch im Original so aphoristisch sind, dass man sich schwer eine bestimmte Vorstellung von ihnen machen und noch weniger ein Urtheil über sie bilden kann.

Andrerseits ist die Grundidee dieser Betrachtungen unzweifelhaft eine richtige, wie denn der Verfasser überhaupt auf diesem Gebiete durch seine theoretischen und experimentellen Arbeiten ein wohlberechtigtes Ansehen geniesst und die Sache selbst ist, wenn sie sich als praktisch durchführbar erweist, von so weittragender Bedeutung, dass sie die Aufmerksamkeit aller Betheiligten, d. i. aller sich mit feineren Messungen beschäftigenden Forscher schon jetzt in hohem Maasse verdient. Deshalb sollte auf dieselbe wenigstens hingewiesen werden. —

In der zweiten oben angeführten Abhandlung macht Verf. einen Schritt zur Realisirung seiner Vorschläge, indem er eine der in der ersten angeregten Methoden genauer präzisirt, ihre Theorie entwickelt und durch Experimente stützt.

Es handelt sich dabei um die mikrometrische Messung der Grösse oder gegenseitigen Entfernung astronomischer Objekte. Die dahin zielende Methode ist folgende: Bedeckt man die Oeffnung eines Fernrohrobjektivs bis auf zwei parallele Spalte und richtet es gegen eine punktförmige Lichtquelle, so erhält man statt des Bildes eine Reihe von gleichweit von einander abstehenden Interferenzfransen — oder vielmehr von Interferenzperlen (denn ihre Höhe ist von gleicher Grössenordnung wie die Breite), die Fraunhofer'sche Beugungserscheinung eines leuchtenden Punktes durch zwei Spalte. Der angulare Abstand der einzelnen Perlen, gemessen vom zweiten Knotenpunkt des Objektives,

hängt für eine gegebene Wellenlänge nur von dem Abstande der beiden Spalte ab und zwar ist er demselben *umgekehrt proportional*. Durch Variation der Spaltdistanz kann man also auch die Entfernung der Interferenzperlen innerhalb der durch die Objektivöffnung gegebenen Grenzen variiren. Wenn die Spalte bis an den äussersten Rand des Objektivs verstellt werden, so ist die Distanz der Interferenzperlen von einander beiläufig halb so gross als der Durchmesser des zentralen Scheibchens eines Sternbildes bei voller Oeffnung desselben Objektivs.

Besteht das Objekt, wie immer, in *mehreren* leuchtenden Punkten, so wird jeder für sich dieselbe Erscheinung hervorrufen, nur jeder an anderer Stelle des Sehfeldes und event. mit anderer Intensität. Zur Beobachtung gelangt das Phänomen, welches durch die Superposition der einzelnen Interferenzbilder entsteht. Der Mittelpunkt der mittelsten Perle jeder Erscheinung liegt an der Stelle, wo auch der Mittelpunkt des Bildes liegen würde, wenn das Objektiv frei wäre. Daraus folgt, dass die Erscheinung im wesentlichen das gleiche Ansehen haben wird wie die von einem (idealen) leuchtenden *Punkte* herrührende, so lange die angulare Grösse des Objektes merklich kleiner ist als die der mittelsten Perle jener Erscheinung, diese immer gemessen vom mittleren Knotenpunkt des Objektivs. Wenn die Grösse des Objektes derartig ist, dass die Maxima der von einem Theil derselben herrührenden Interferenzerscheinung zusammenfallen mit den Minimis von anderen Theilen, so muss die Gesammterscheinung natürlich undeutlich werden und bei einer gewissen Grösse des Objektes *in einen fast gleichförmigen Lichtstreifen übergehen*. Wächst der Durchmesser des Objektes noch weiter, so wird ein Theil von dessen Punkten wieder überwiegen über diejenigen, deren Interferenzbilder durch Superposition verwischt sind; es wird also die Erscheinung wieder sichtbar werden, wenn auch weniger deutlich als bei nur einem leuchtenden Punkte von verschwindender Winkelgrösse. Und so fort.

Umgekehrt: Hat man als Objekt eine Scheibe von gegebener kleiner angularer Grösse und ändert die Entfernung der beiden Spalten vor dem im übrigen verdeckten Objektiv des Beobachtungsfernrohrs, so wird *periodisch die Fraunhofer'sche Interferenzerscheinung* eines leuchtenden Punktes durch zwei Spalte, — nämlich eine Reihe von Perlen senkrecht zur Spaltenrichtung — *auftreten und wieder verschwinden*.

Die Diffraktionstheorie gestattet, den Zusammenhang zwischen der Spaltentfernung, bei welcher ein Verschwinden oder Erscheinen der Interferenzerscheinung stattfindet, mit der Grösse des anvisirten Objektes, wenn dieses kreisförmig ist, anzugeben. *Man kann daher umgekehrt aus der betreffenden Spaltentfernung auf jene Grösse einen Schluss ziehen und sie zu deren Messung benutzen.*

Am einfachsten ist dieser Zusammenhang, wenn das Objekt in zwei getrennten Lichtscheibchen besteht, die einzeln nur verschwindende angulare Grösse besitzen, d. i. wenn es sich um die Messung von *Doppelsternen* oder überhaupt nahe benachbarten Sternpaaren handelt. Wenn d die Entfernung der Spaltmitten von einander ist, λ die Wellenlänge des wirksamen Lichtes und α die angulare Entfernung des Sternenpaares, so ist die Erscheinung *sichtbar* bei:

$$d = 0, \frac{\lambda}{\alpha}, \frac{2\lambda}{\alpha}, \ldots\; n\frac{\lambda}{\alpha},$$

und *verschwindet* bei:

$$d' = \frac{\lambda}{2\alpha}, \frac{3\lambda}{2\alpha}, \frac{5\lambda}{2\alpha}, \ldots\ldots, \frac{2n-1}{2}\frac{\lambda}{\alpha}.$$

Dies Messungsverfahren ist ein ungemein einfaches, es ist u. A. unabhängig von der Brennweite des Objektivs, daher auch von deren Variationen. Es ist nur die Spaltentfernung und selbst diese nur mit mässiger Genauigkeit zu messen. Bei wiederholtem Verschwinden und Wiederauftauchen der Erscheinung erhält man zudem eine ganze Reihe von Werthen für α, die gemeinsam zu einem Endwerthe benutzt werden können.

Verf. hat sein Verfahren an einer Anzahl künstlicher Lichtscheiben und Doppelsterne erprobt, bei welchen er eine Messungsgenauigkeit von etwa 2 % erreichte, obwohl die Grösse der Objekte fast unterhalb des Auflösungsvermögens des benutzten Objektivs bei voller Oeffnung war.

Zum Schluss der Abhandlung theilt derselbe noch den Plan mit für eine Anordnung, welche die gleichen Beobachtungen bei grösserer Lichtstärke gestatten soll, indem die Spalte vor dem Objektiv durch Spiegel seitlich von demselben ersetzt werden, welche in konstanter Neigung gegen die Fernrohraxe um messbare Beträge einander genähert oder von einander entfernt werden können. Durch mehrfache Reflexion an weiteren Spiegeln vor dem Objektiv werden die Strahlen schliesslich in dieses hinein gelenkt.

Ref. war zufällig zu der gleichen Zeit, wie Michelson auf die gleiche Methode verfallen und war mit ihrer Ausarbeitung beschäftigt, als die Michelson'sche Abhandlung erschien. Da diese sehr abstrakt gehalten ist, so ist obige Darlegung der allgemeinen, dem Verfahren zu Grunde liegenden Idee vielleicht Manchem erwünscht.

S. Czapski (Jena).

Spiegelteleskop aus ebenen Spiegeln.

*English Mechanic and World of Science. **53.** S. 200. (1891.)*

Das in den Vereinigten Staaten patentirte Spiegelteleskop von D. O'Brien, ist nach dem Typus des Cassegrain'schen Reflektors konstruirt, d. h. die vom Spiegel reflektirten Strahlen fallen auf einen kleinen konvexen Spiegel und werden von diesem mit verminderter Konvergenz nach der in der Mitte des grossen Spiegels befindlichen, mit dem Okular versehenen Oeffnung geworfen.

Die Zahlenangaben in der etwas oberflächlichen Beschreibung stimmen wahrscheinlich in Folge eines Druckfehlers nicht zu einander, jedenfalls soll das Instrument ein Riesenteleskop vorstellen; die Brennweite des Spiegels ist 72 *engl. Fuss* und das von ihm in Verbindung mit dem kleinen Spiegel entworfene Bild ist so gross, wie wenn es von einem Objektiv von 1650 *Fuss* Brennweite erzeugt wäre. Die Länge des Rohres ist — wohl irrthümlich — zu 6 *Fuss* angegeben, Ref. möchte aus verschiedenen Gründen, unter Anderem auch auf Grund der Figur diese 6 *Fuss* eher der Oeffnung des Spiegels zuschreiben, deren Grösse nicht angegeben ist. Der Spiegel ist zusammengesetzt aus einer Anzahl ebener Spiegel von Sektorenform, welche in einer Schale liegen und durch einen in diese Schale eingeschraubten Flantsch zusammengehalten und gegen diese gedrückt werden, wodurch sie zugleich die nöthige Krümmung bekommen. Der Flantsch und die Schraube sind durchbohrt, um das Okularrohr aufnehmen zu können. Zur Korrektur der Krümmung sind in der Schale eine grosse Anzahl Löcher angebracht, in welche von der Rückseite aus Schrauben hineingedreht werden, um einen Druck auf die Rückfläche des Spiegels auszuüben. Spiegel und Schale wiegen etwa 1000 Pfund. Die Stellung des kleinen, hyperbolischen Spiegels kann vom Okular aus korrigirt werden. Nach Ansicht des Ref. werden Unhandlichkeit und schlechte Bilder die Haupteigenschaften des patentirten Fernrohres sein.

Kn.

Magnetische Eigenschaften von Nickel-Eisen-Legirungen.

Von J. Hopkinson.

Nach einem vom Verf. eingesandten Sonderabzuge.

Der Verfasser hat gefunden, dass Nickel-Eisen-Legirungen sehr merkwürdige magnetische Eigenschaften zeigen. Der Zusatz von 1 % Nickel zu Eisen erhöht z. B. die maximale Magnetisirungsintensität. Interessanter als die Magnetisirungskurven ist die Abhängigkeit der Magnetisirung von der Temperatur bei konstanter magnetisirenden Kraft. Es zeigt sich, dass in einem gewissen Temperaturintervall die meisten dieser Legirungen in einem magnetischen und einem unmagnetischen Zustand existiren können. Erhitzt man

beispielsweise eine Legirung mit 4,7% Nickel in einem magnetischen Felde von der (absoluten) Stärke 0,12, so nimmt der induzirte Magnetismus bis etwa 750° zu und fällt nach Ueberschreitung dieser Temperatur sehr rasch ab; bei etwa 825° wird die Legirung unmagnetisch; lässt man dann die Temperatur sinken, so bleibt die Legirung bis etwa 675° unmagnetisch und wird bei weiter fallender Temperatur wieder mehr und mehr magnetisch. Das magnetische Verhalten bei der Erwärmung unterscheidet sich also wesentlich von dem Verhalten bei der Abkühlung. Am auffallendsten soll sich eine Legirung mit 24,5% Nickel verhalten; lässt man die Temperatur ansteigen, so wird die Legirung bei etwa 570° unmagnetisch und bleibt bei der Abkühlung unmagnetisch; durch Eintauchen in eine Kältemischung kann sie jedoch wieder in den magnetischen Zustand übergeführt werden. Die elektrische Leitungsfähigkeit dieses Materials zeigt ein ganz ähnliches Verhalten, ebenso ist die mechanische Festigkeit in beiden Modifikationen verschieden. Die Konstitution des Materials ändert sich also offenbar beim Uebergang aus dem einen in den anderen Zustand; hierfür spricht auch der Umstand, dass Hopkinson bei einigen Legirungen an den kritischen Punkten Wärmeabsorption und Wärmeabgabe beobachtete, wenn die Legirung in den unmagnetischen, bezw. in den magnetischen Zustand übergeführt wurde. *Lck.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der Vermessungskunde. Von Prof. Dr. W. Jordan. Dritter Band. Landesvermessung und Grundaufgaben der Erdmessung. Dritte Auflage. Stuttgart. J. B. Metzler. M. 13,00.

Der vorliegende dritte Band des Handbuchs der Vermessungskunde schliesst die dritte Auflage dieses bedeutsamen Werkes ab. Das jetzt fertig vorliegende Handbuch stellt sich gegen die im Jahre 1878 erschienene zweite Auflage als ein vollständig neues, wesentlich erweitertes und umgearbeitetes Werk dar. Der Verf. hat nicht allein die geodätische Literatur bis in die neueste Zeit in umfassendster Weise berücksichtigt, — was bei der grossen Reichhaltigkeit dieser Literatur in dem letzten Jahrzehnt einen ungemeinen Aufwand an Arbeit und Erfahrung erfordert, — sondern hat auch in zahlreichen Fällen durch neue Wege die Theorie der geodätischen Entwicklungen bereichert. Verf. ist hierbei von dem Bestreben geleitet worden, den Praktiker, Feld- und Landmesser, zunächst in elementarer Weise in das Verständniss der Vermessungskunde einzuführen und sodann stufenweise mit erweiterten mathematischen Begriffen zu den höheren Gebieten der Landesvermessung und Erdmessung überzuleiten. Der vorliegende dritte Band giebt uns den Schlussstein dieses umfassenden Werkes.

Nach einem kurzen Ueberblicke über die Geschichte der Erdmessungen werden Technik und Theorie der Triangulirungen erster Ordnung, mit den Koordinatensystemen für Landesvermessungen behandelt und endlich die Grundlagen und Aufgaben der Erdmessung entwickelt. Von dem schon erwähnten pädagogischen Grundsatze aus führt Verf. die geodätischen Theorien folgeweise vor, unter steter Berücksichtigung des neuesten Standes der Geodäsie, insbesonders von Helmert's klassischer *Höherer Geodäsie*, jedoch durchgängig, in dem Bestreben möglichster Einfachheit und leichtester Verständlichkeit, eigene Wege verfolgend. Es liegt den Zielen dieser Zeitschrift zu fern, auf eine Würdigung des vorzugsweise theoretischen Inhaltes des Bandes einzugehen, doch wollen wir uns nicht versagen, dem ersten Kapitel, „Triangulirung erster Ordnung", einige Worte zu widmen.

Verf. giebt in diesem Kapitel neben der Theorie der Triangulirungen eine Schilderung der Technik derselben. War dies im zweiten Bande bereits für Messungen niederer Ordnung geschehen, so wird hier nunmehr der Maassstab der strengsten Genauigkeit angelegt. Von diesem Standpunkte aus sind in diesem Kapitel die zur Anwendung kommenden Instrumente und die Methoden ihres Gebrauchs behandelt. Ausgehend vom Pfeiler- und Signalbau, den verschiedenen Formen des Heliotropen und der

Theorie desselben schreitet Verf. zu dem Theodoliten fort, um hier einige feinere Untersuchungen, über Schrauben- und Theilungsfehler, nachzuholen, die im zweiten Bande des Werkes fortgelassen werden konnten. Sodann wendet sich Verf. zu einer sorgfältigen Entwicklung der Längenmessungen. Nachdem die Normalmaasse, die wichtigsten Formen der Komparatoren und die Theorie derselben eingehende Berücksichtigung erfahren haben, geht Verf. zu den Basisapparaten über; hier werden die älteren Basisapparate und Basismessungen in für den Zweck vorzüglich geeigneter Weise vorgeführt und sodann die neueren Basisapparate behandelt. Eingehende Würdigung erfährt der Bessel'sche Basisapparat und die Art des Arbeitens mit ihm, sowohl in seiner älteren Form als in der von Schreiber bei den neueren Basismessungen der K. Landesaufnahme angewendeten. Im Anschluss hieran werden einige neuere Basisapparate geschildert, der ältere und neuere Brunner-Ibañez'sche Apparat und die beiden Repsold'schen Apparate, der amerikanische (Comstock'sche) und der von Oudemans angewendete niederländisch-ostindische Apparat; diese Apparate geben Verf. Veranlassung, auf die neueren Maassbestimmungen kurz einzugehen; es folgen sodann noch kurze Mittheilungen über einige neuere Projekte zur Basismessung. Soweit der instrumentelle Theil des ersten Kapitels, der sowohl dem Studirenden ein genaues Bild der Technik des Triangulirens vermittelt, als auch für den bereits erfahrenen Praktiker eine Fülle des Wissenswerthen bietet.

In einem Anhange sind zahlreiche Hilfstafeln vereinigt. *W.*

Ueber photographische Messkunst, Photogrammetrie und Phototopographie. Vortrag, gehalten in der Jahresversammlung der Wiener Geographischen Gesellschaft im März 1891. Von V. Pollack. Wien. R. Lechner. M. 0,80

Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss über die Entwicklung der Photogrammetrie und einigen Bemerkungen über die gebräuchlichen Apparate wird eine Schilderung der ersten grösseren photogrammetrischen Arbeit in Oesterreich gegeben. Dieselbe ist vom Verf. am Arlberge ausgeführt worden. *W.*

N. Herz. Theorie eines mit einem Vertikalkreise versehenen Passageinstrumentes im ersten Vertikale. Wien. W. Frick. M. 2,00.

F. C. Allsop. Telephones, their construction and fitting. London 1891. M. 5,30.

A. v. Urbanitzky und **S. Zeisel.** Physik und Chemie. Gemeinverständliche Darstellung der physikalischen und chemischen Erscheinungen in ihren Beziehungen zum praktischen Leben. Wien, Hartleben. 35 Lieferungen à 50 Pf. (Erschienen bisher 28 Lieferungen.)

R. Arendt. Technik der Experimentalchemie. 2. Auflage. Hamburg u. Leipzig, L. Voss. 9 bis 10 Lieferungen à M. 2,00. (Erschienen bisher zwei Lieferungen.)

Fr. Steiner. Die Photographie im Dienste des Ingenieurs. Ein Lehrbuch der Photogrammetrie. Wien, R. Lechner. 3 Lieferungen. (Erschienen bisher Lieferung 1.)

(Die drei letzten Werke werden besprochen werden, sobald dieselben fertig vorliegen. D. Red.)

Vereins- und Personennachrichten.

Zeiteintheilung für den dritten deutschen Mechanikertag in Frankfurt a. M.

Mittwoch, den 2. September, Abends 8 Uhr: Begrüssung der Theilnehmer in den Räumen des Technischen Vereins, Goetheplatz 5 (Kaiserhof), 1. Stock.

Donnerstag, den 3. September, Morgens 9 Uhr: Vorstandssitzung ebendaselbst. — Nachmittags 1 Uhr: Kommissionssitzungen. — Nachmittags 3 Uhr: Erste Hauptsitzung in der grossen Restauration auf dem Ausstellungsplatz: 1. Bericht des Vorstandes über die Vorkommnisse des Vereinsjahres, Ausführung der vorjährigen Beschlüsse, Anträge der

Gesellschaft in Zollangelegenheiten, Stellungnahme zu der geplanten Weltausstellung in Berlin u. s. w. 2. Das Aluminium und seine Verwendung in der Feintechnik. 3. Die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik. Berichterstatter: Herr Direktor Loewenherz. 4. Die Einführung einheitlicher Dimensionen für Präzisionsrohre. Berichterstatter: Herr H. Haensch. — Abends 8 Uhr: Beisammensein auf der Mainterrasse der Marine-Ausstellung.

Freitag, den 4. September, Vormittags 9 Uhr: Zweite Hauptsitzung: 5. Statutenberathung. Berichterstatter: Herr Dr. Krüss. 6. Lehrvertrag und Lehrzeugniss und die Schritte zu deren Verbreitung. Berichterstatter: Herr Professor Abbe: 7. Beschaffung richtiger Normalmaassstäbe. Berichterstatter: Herr Dr. Westphal. — Nachmittags 2 Uhr: Besichtigung der Elektrotechnischen Ausstellung. — Abends 8 Uhr: Konzert im Palmengarten.

Sonnabend, den 5. September, Vormittags 10 Uhr: Besichtigung der Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feintechnik. — Nachmittags 1 Uhr: Dritte Hauptsitzung: 8. Stellung zur Gehilfenfrage. Berichterstatter: Herr Tesdorpf. 9. Einführung einheitlicher Werkstattsordnungen. Berichterstatter: Herr Hartmann. 10. Vorstandswahlen. — Nachmittags 6 Uhr: Festmahl in der grossen Restauration auf dem Ausstellungsplatz.

Sonntag, den 6. September: Ausflug nach dem Rhein (Rüdesheim, Niederwalddenkmal).

Der erste Deutsche Glasbläsertag.

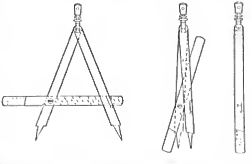
Im Anschlusse an den dritten Deutschen Mechanikertag wird in diesem Jahre zum ersten Male ein Deutscher Glasbläsertag zusammentreten. — Die steigenden Anforderungen, welche die Wissenschaft an die Eigenschaften guter Gläser stellt und welche in Deutschland besonders in den Untersuchungen der Physik.-Techn. Reichsanstalt in Verbindung mit den Arbeiten des Glastechnischen Laboratoriums in Jena ihren Ausdruck gefunden haben, machen auch für die deutschen Glasbläser gemeinsames Handeln zur technischen und wirthschaftlichen Nothwendigkeit. Eine vorbereitende Besprechung soll daher am Donnerstag den 3. September in den Räumen des Technischen Vereins zu Frankfurt a. M. stattfinden.

Als vorläufige Tagesordnung ist vorgeschlagen: 1. Besprechung wirthschaftlicher und technischer Fragen. 2. Besichtigung der die Glasbläser interessirenden Gegenstände der Sonderausstellung von Materialien und Werkzeugen für die Feintechnik.

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Zusammenlegbarer Zirkel zur Bestimmung von Entfernungen auf Karten. Von Wilhelm Graf von Württemberg, Herzog von Urach in Berlin. W. 7705. 11/42. Einspruchsfrist vom 27. Juli bis 21. September 1891.



Patentanspruch: Ein zusammenlegbarer Zirkel, dessen einer Schenkel um einen Theilpunkt drehbar ist mit dem Zweck, auf dem grösseren Theil des drehbaren Schenkelstücks Maassstäbe so anzuordnen, dass die Zirkelspitzen bestimmte Entfernungen angeben, während der kleinere Theil des drehbaren Schenkels so eingerichtet ist, dass beide Spitzen des Zirkels und der Führungsstift, auf welchem der Maassstab bei der Benutzung gleitet, bei dem Zusammenlegen Aufnahme finden.

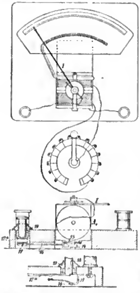
Beschreibung: Das neue Messinstrument hat den Zweck, zu sichern, dass man bei

Reisen zu Pferde oder zu Wagen mit einer Hand leicht die Entfernung auf Karten mit verschiedenen Maassstäben sicher zu bestimmen im Stande ist, und dass trotz dieser Ansprüche das subtil ausgeführte Instrument transportabel sei, ohne den Reisenden verletzen zu können.

Zu diesem Zweck sind auf dem längeren Stück eines theilbaren Schenkels des Zirkels die für kartographische Aufzeichnungen gewöhnlich benutzten Maassstäbe so aufgetragen, dass die Spitzen des Zirkels, nachdem die Schenkel den Maassstäben entsprechend eingestellt wurden, verlässlich zum Abgreifen der Distanzen auf Karten dienen können, während das kürzere Stück des zerlegbaren Schenkels zur Aufnahme der Zirkelspitzen im zusammengelegten Zustande dient.

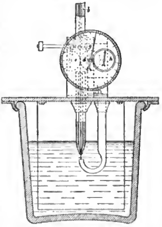
Vorrichtung zum Verlangsamen und Anhalten der Bewegung einer Zeigernadel. Von E. Weston in Newark. V. St. A. W. 7207. II/21. Einspruchsfrist vom 3. August bis 28. September 1891.

Patentanspruch: In einem elektrischen Messinstrumente eine Vorrichtung zum Verlangsamen und Anhalten der Bewegung einer durch den das Instrument durchfliessenden Strom bethätigten Zeigernadel *I*. Die Vorrichtung besteht aus einer Reibungsplatte *14*, einem gegen diese sich anlegenden Bremsfinger *16* und einem Stromkreisschliesser *18*; letzterer und der Bremsfinger treten nacheinander und allmälig in Wirkung.



Beschreibung: Auf dem unteren Drehzapfen der beweglichen Spule ist eine Scheibe *14* mit sehr glatter Oberfläche befestigt, gegen welche sich ein von einem leichten Metallarme *16* getragenes weiches Lederkissen *15* anlegt. Der Arm *16* sitzt an der Blattfeder *17*, deren eines Ende an der Unterseite der Grundplatte angebracht und die doppelt gebogen ist. Eine zweite Blattfeder *17a* ist ebenfalls an einem Ende an der Unterseite der Grundplatte befestigt, während sie sich mit ihrem freien Ende unter einem Druckknopf *18* aus Isolirmaterial befindet, der durch eine Hülse *19* in der Grundplatte hindurchtritt. Der Stromkreis geht von der einen Polklemme nach der Feder *17* und von hier nach der Feder *17a*, wenn letztere durch den Knopf *18* herabgedrückt ist, und somit durch die Spulen nach der anderen Polklemme.

Beim Niederdrücken des Knopfes *18* wird der Kontakt zwischen den Federn *17a* und *17* hergestellt und dadurch der Stromkreis durch das Instrument geschlossen. Der anfängliche Druck und die dadurch hervorgerufene Reibung zwischen Kissen *15* und Scheibe *14* wird indessen aufrecht erhalten, bis der Knopf *18* noch weiter herabgeschoben wird, was eine Verringerung der Reibung zur Folge hat, sodass die Spule A_1 (punktirt) sich jetzt zu drehen vermag. Der Bewegung der letzteren wird aber immer noch durch den verminderten Reibungswiderstand von Kissen und Spule entgegengewirkt, so zwar, dass der Zeiger sich nur langsam auf die anzuzeigende Stelle bewegt. Hat er diese erreicht, so wird der Knopf *18* gänzlich hinabgedrückt und dadurch die Berührung zwischen Kissen *15* und Scheibe *14* ganz aufgehoben und der Zeiger frei gesetzt, der nun ohne Schwingung in seiner Lage verharrt, solange der Strom andauert.



Elektrizitätszähler. Von E. Grassot in Cambrai, Frankreich. G. 6718. II 21. Einspruchsfrist vom 3. August bis 28. September 1891.

Patentanspruch: Ein Elektrizitätszähler, beruhend auf der Verbindung der beweglichen und auf einem festen Ansatz aufliegenden Anode einer elektrischen Zelle mit einem Zählwerk, welches durch die Einwirkung der entsprechend dem Stromverbrauche sich nach dem festen Ansatz hinbewegenden Elektrode gedreht wird.

Beschreibung: An der Trommel d ist eine Glasröhre so unterbrochen, dass der Metalldraht mit der Trommel d eingreifen kann. Auf der Axe der Trommel d befindet sich ein Zeiger g, welcher sich über einem passend graduirten Zifferblatte bewegt. Ein kleines Zahnrad überträgt in Verbindung mit einem grösseren die Bewegung der Trommel auf eine zweite Axe, auf welcher sich der Zeiger h befindet, der gleichfalls über einer graduirten Scheibe läuft. Das Uebertragungsverhältniss der Zahnräder wird derartig gewählt, dass der Zeiger h um einen Theilstrich vorwärts geht sobald der Zeiger g eine volle Umdrehung gemacht hat.

Der Apparat arbeitet beim Durchfluss des elektrischen Stromes so, dass das Metall der Anode b auf die Kathode transportirt wird. Der Draht bleibt zugespitzt und nimmt an Länge ab, sinkt also mit einer der Intensität des Stromes proportionalen Geschwindigkeit. Diese Abwärtsbewegung überträgt sich auf die Trommel d, gegen welche sich der Draht b anlehnt und ist durch den Zeiger g erkennbar, welcher sich vor seinem Zifferblatt dreht. Die Anzahl der Umdrehungen dieses Zeigers wird durch den Zeiger h registrirt und wenn gewünscht, können auch die Umdrehungen dieses Zeigers registrirt werden.

Um den Apparat zum Messen der verbrauchten Elektrizität beispielsweise bei Beleuchtungsanlagen anzuwenden, genügt es, den Apparat an den Klemmen eines sehr schwachen Widerstandes anzulegen, durch welchen der Hauptstrom fliesst, sodass den Apparat ungefähr ein Tausendstel des verbrauchten Stromes durchkreist.

Der Apparat kann, was seine Gestalt, Anordnung der einzelnen Theile und der Metalllösung anbetrifft, in den weitesten Grenzen variirt werden.

Verfahren und Form zur Herstellung von Gefässen mit kapillarem Ausguss. Von Otto Nieko in Gifhorn. N. 2438. V/32. Einspruchsfrist vom 27. Juli bis 21. September 1891.

Patentansprüche: I. Das Verfahren zur Herstellung von Gläsern mit gewöhnlichem und Kapillarausguss, darin bestehend, dass das in einer geeigneten Form geblasene Glas G (Fig. 1) mit Ausgusstülle T im noch heissen Zustande an dieser oben so eingekniffen wird, dass sich ihre Ränder zusammenlegen bezw. zusammenschweissen und so einen gewöhnlichen Ausguss g sowie ein feines Röhrchen g' bilden, aus welchem nach Anbringung einer feinen Lufteinströmung l die in G

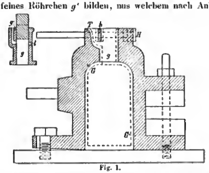


Fig. 1.

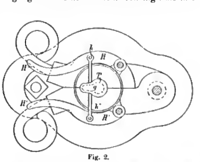


Fig. 2.

gebrachte Flüssigkeit bei gleichzeitigem Abschlusse von g in den kleinsten Mengen ausfliesst.

II. Eine Form zur Ausführung des Verfahrens unter I, welche sich von den zur Herstellung von Gläsern mit Tüllen durch die Anbringung zweier Schieber $h + h'$ (Fig. 2) unterscheidet, die sich an den Hebeln H und H' befinden, welche an den betreffenden Formentheilen drehbar befestigt sind und beim Zusammendrücken der Hebel soweit in die Höhlung der Tülle greifen, dass das in der Form befindliche Glas im heissen Zustande sich oben an der Tülle ganz zusammenlegt, und einerseits einen gewöhnlichen Ausguss g und anderseits ein feines Röhrchen g' bildet.



Fig. 3.

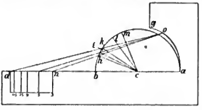
III. An dem nach I hergestellten Glase G die Verengung v (Fig. 3) des untern Halstheiles, um bei Anwendung gewöhnlicher Korkstopfen den dichten Verschluss des Röhrchens g und der gegenüberstehenden Luftöffnung l noch zu sichern.

B. Ertheilte Patente.

Winkeltheiler für technische Zwecke. Von R. Dorr in Elbing. Vom 12. Juli 1890. Nr. 56132. Kl. 42.

Das Instrument ermöglicht eine für technische Zwecke hinreichend genaue beliebige Theilung beliebiger Winkel zwischen 0° und 90°. Es besteht aus einer Platte, an welcher mit der nothwendigen Verlängerung ein beliebiger Kreisdurchmesser ab, sowie eine bestimmte Kurve ga und eine Skale da angebracht sind.

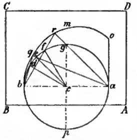
Die Theilung geschieht so, dass man, das Instrument als Lineal benutzend, die Kurve *ag* und den verlängerten Durchmesser *ad* auszieht, zugleich in letzterem den Punkt der Skale *dn* vermerkt, welcher die Zahl der gesuchten Theilung trägt. Darauf entfernt man das Instrument von der Zeichnung. Man errichtet nun über *ab* als Durchmesser einen Halbkreis, legt den einen Schenkel des zu theilenden Winkels in den Halbmesser *cb*, verlängert den anderen Schenkel, bis er den Halbkreis in *m* schneidet, und theilt nun den Bogen *bm*, indem man zunächst von *d* aus durch den Halbirungspunkt *k* des Bogens *bm* eine Gerade legt, welche die Kurve in *o* schneidet. Dann legt man von *o* eine zweite Gerade, wenn die Dreitheilung gesucht ist, auf den Punkt *n* im verlängerten Durchmesser, wenn die Fünftheilung verlangt wird, auf denjenigen Punkt des verlängerten Durchmessers, der auf der Skale durch die Zahl 5 bezeichnet ist u. s. w., und erhält nun in den Schnittpunkten der zweiten Graden mit dem Bogen *bm* die gesuchten Theilpunkte, für die Dreitheilung Punkt *h*, für die Fünftheilung Punkt *i*.



Bogen *bh* ist $= \frac{1}{3} bm$, Bogen $bi = \frac{2}{5} bm$.

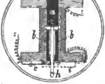
Winkeltheiler für technische Zwecke. Von H. Dorr in Elbing. Vom 12. Juli 1890. Nr. 56133. Kl. 42.

Dieses Instrument beruht auf denselben Grundlagen wie das vorhergehende, nämlich auf der Umwandlung der Winkel- in eine Kreisbogentheilung und der Theilung durch grade Linien mit Hilfe der stets möglichen Halbirung des zu theilenden Winkels. Es unterscheidet sich von jenem Instrument dadurch, dass die zur Theilung gebrauchten Geraden nicht von der Verlängerung, sondern von den Endpunkten des gegebenen Durchmessers ausgehen, und dass es eine direkte Theilung der ganzen Kreislinie gestattet, aber nur für eine einzelne bestimmte Theilung. *ABCD* bezeichnet den äussersten Rand des Instruments, welches den Ausschnitt *abmo* hat; *ab* mit dem Mittelpunkt *c* ist der gegebene Durchmesser, *bmo* die aus den berechneten Schnittpunkten der beiden Geraden konstruirte Kurve. *ao* ist eine Senkrechte auf *ab*, in welcher der Endpunkt *o* der Kurve liegt; die dargestellte Kurve ist für die Dreitheilung konstruirt; ein Instrument für eine andere Theilung bedarf einer anderen Kurve.



Die Theilung geschieht in der Weise, dass man den Ausschnitt mit Hilfe des Instruments abbildet, mit dem Halbmesser *cb* den Kreis *bgap* zeichnet, den Bogen des zu theilenden Winkels, der in *b* seinen Anfangspunkt hat und in der Richtung *gap* einen Theil der Kreislinie ausmacht, halbirt, die erste Gerade von *a* durch den Halbirungspunkt der Kurve, dann die zweite Gerade nach *b* zieht. Die zweite Gerade wird dann den zu theilenden Bogen im gesuchten Theilpunkt schneiden. So wird, wenn z. B. der Bogen *bg* getheilt werden soll, die erste Gerade von *a* durch den Halbirungspunkt *e* bis zur Kurve, dann von ihrem Schnittpunkt mit der letzteren *q* die zweite Gerade *qb* gezogen, die in *d* den Kreis so schneidet, dass $db = \frac{1}{3}$, $dg = \frac{2}{3}$ Bogen *bg* ist. Für die Dreitheilung des Halbkreises ist *r* der Kurvenschnittpunkt.

(Schneller und einfacher bei gleicher Genauigkeit für technische Zwecke dürfte die übliche Winkeltheilung durch Probiren mit dem Zirkel oder durch Abtragen nach dem Transporteur zum Ziele führen. D. Red.)

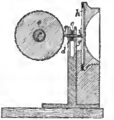




Elektrische Vorrichtung zum Anschlagen von Glocken und Auslösen von Tableauklappen. Von M. Günther in Berlin. Nr. 55183 vom 27. März 1890. Kl. 74.

Durch die Vorrichtung soll ein kräftiger Anschlag der Glocken elektrischer Läutewerke, bezw. in etwas abgeänderter Anordnung die Auslösung von Nummernscheiben bewirkt werden. In einer Spule ist ein Magnetkern *a* verschiebbar gelagert, dessen Wirkung noch durch einen festen Kern *b* erhöht wird. Der bewegliche Kern *a* wird durch eine Abreissfeder *c* immer wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgeführt. Dient die Vorrichtung zum Anschlagen einer Glocke,

so besitzt der bewegliche Anker einen Fortsatz h und eine Feder i, welche selbthätig die Stromunterbrechung bewirkt.



Phonograph mit als Bohrvorrichtung ausgebildetem Schraibwerk. Von M. Gawren in Stettin. Nr. 55641 vom 3. Juni 1890. Kl. 42.

Die Bohrvorrichtung ist zwischen der Membran h des Schalltrichters und der Aufnahmewalze e angeordnet und besteht aus dem in der Bohrung der Seilrolle c leicht verschiebbaren Bohrstift d mit der Feder g, der Bohrschneide q und der Körnerspitze. Werden nun Töne in den Schalltrichter i gesandt, nachdem die Welle f mit dem Aufnahmekörper, sowie die Rolle c mit dem Bohrstift d in drehende Bewegung versetzt worden sind, so werden die Schwingungen der Membran h auf den Bohrstift d übertragen, welcher dieselben in den Aufnahmekörper einbohrt.

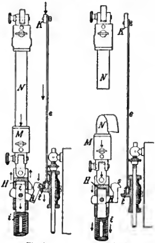


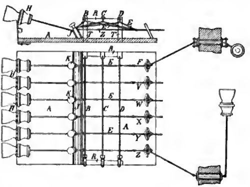
Fig. 1. Fig. 2.

Vorrichtung zum Messen der Dehnbarkeit und Zerreissfestigkeit. Von L. Schopper in Leipzig. Nr. 53635. Vom 3. April 1890. Kl. 42. (Zusatz zu Nr. 47745 vom 9. November 1888.)

Durch die Vorrichtung wird bezweckt, den Dehnungszeiger genau im Augenblicke des Zerreissens festzuhalten und zu verhindern, dass bei feinen Fäden u. s. w. die untere Klemme nicht schon durch ihr Eigengewicht dehnend oder zerreissend wirke. Zu diesem Behufe ist der an der Zugschraube i drehbare Hebel R angeordnet, welcher auf die Hülse H und die damit verbundene Klemme M für den Prüfstreifen N hebend wirkt und zugleich mit seiner Nase s den Schieber t bewegt, der durch die Stange e den Dehnungszeiger K in Bewegung setzt. Im Augenblick des Reissens fallen M und H herab und entfernen R von t (Fig. 2), so dass ein fortgesetztes Drehen des Handrades keinen Einfluss auf die Stellung des Dehnungszeigers ausübt.

Einrichtung einer Zentralstation für Telephonanlagen mit Fadenleitung. Von O. Reinhardt in Dessau. Vom 17. Dezember 1889. Nr. 55743. Kl. 42.

Die Zentralstation besteht aus einer Bodenplatte A, über welche in einiger Höhe Fäden BCD gespannt sind. Die Enden jedes Fadens sind an parallel zu einander sich gegenüberliegenden Horizontalhölzern R befestigt, welche von je zwei senkrecht auf der Bodenplatte angebrachten Säulen T getragen werden. Quer zu den Fäden D sind die von den Einzelstationen kommenden Leitungsfäden FVW u. s. w. über die Bodenplatte fort straff zu den einzelnen Schallapparaten der Zentralstation gezogen.



Jeder Leitungsfaden ist innerhalb der Zentralstation mit einem kürzeren Faden E verknüpft, an dessen anderem Ende ein in seinem Schaft geschlitzter Stöpsel K mit einer kurzen Gummischnur befestigt ist. Wird von einer Einzelstation z. B. durch Faden F ein Anschluss mit einer anderen Station durch Faden Z gewünscht, so wird zunächst der Stationswärter von dem Rufenden von dessen Absicht durch den Schallapparat H verständigt. Zur Verbindung der beiden Stationen legt er die Fäden E, welche den Leitungsfäden F und Z zugehören, über den Querfaden D, zieht sie dann unter die anderen Querfäden D straff nach vorn und steckt die

beiden zugehörigen Stöpsel *K* in je ein Loch einer auf der Bodenplatte befestigten Querleiste *J*. Hierdurch ist eine Verbindung zwischen den beiden Stationen hergestellt, deren Fäden *E* über ein und denselben Querfaden *D* gelegt worden sind. Der Schall geht also in vorgenanntem Beispiel durch Faden *F* und dessen angeknoteten Faden *E* über Querfaden *D* nach dem am Faden *Z* angeknoteten Faden *E* durch Faden *Z* zur gewünschten Empfangsstation.

Für die Werkstatt.

Neue Form von Drehstählen. *Elektrotechn. Zeitschr.* ***12.*** *S. 232. (1891).*

Wir hatten im diesjährigen *Februarhefte dieser Zeitschrift S. 75* über ein neues Werkzeug für die Drehbank berichtet. An obiger Stelle wird ein anderes Werkzeug ähnlicher Art beschrieben, welches wir durch die nebenstehenden Abbildungen zur Darstellung bringen. Das eigentliche Schneidewerkzeug besteht aus einem konischen Zapfen *S* (Fig. 1) von gehärtetem Stahl, an dessen stärkerem Ende durch passend angeschliffene Flächen Schneiden hergestellt sind. Für den Gebrauch werden diese Stücke in Halter *H* (Fig. 2) eingesetzt und in deren passender konischen Bohrung durch einen leichten Schlag von oben her befestigt. Die Auswechselung des Schneidewerkzeuges kann ohne Umspannen des Halters *H* durch einen leichten Schlag von unten gegen das aus dem Halter herausragende dünnere Ende bewirkt werden. Wie leicht ersichtlich lassen sich die Einsätze in jeder Lage befestigen, können also bei richtigem Schliff als Rechts- und Links-Stähle verwendet werden. Diese Werkzeuge werden von S. W. Reese & Co., 182 Fultonstreet, New York City in zwei Grössen 9×21 und 20×35 *mm* hergestellt und jedem 10 Schneiden beigegeben. (Unsere Quelle giebt hier 15 an, was aber offenbar ein Irrthum sein muss, da die Werkzeuge wohl in erster Linie für schwerere Arbeiten fabrizirt werden dürften. Die Maasse bedeuten wohl den Querschnitt des Halterstieles.)



Fig. 1.

Die dem Werkzeuge zu Grunde liegende Idee erscheint recht praktisch. Der Hauptvorzug vor den üblichen Drehstählen liegt darin, dass die einfache Grundform und die verhältnissmässige Kleinheit des schneidenden Werkzeuges eine gleichartige Massenerzeugung dieser Theile aus dem besten Material und eine rationelle Härtung derselben auf den höchsten Härtegrad ermöglicht. Es kann angenommen werden, dass, namentlich in den Werkstätten, in denen jedem einzelnen Gehilfen (und auch Lehrling) die Herstellung der von ihm benöthigten Drehstähle überlassen werden muss, wo also nicht, wie es in grösseren Betrieben der Fall zu sein pflegt, ein in der Bearbeitung und Härtung von Stahl besonders erfahrener Werkzeugmacher die erforderlichen Drehstähle herstellt, ein bedeutender Theil dieser wichtigen Werkzeuge — sei es in Folge der Verwendung nicht immer gleichartigen Materials oder in Folge nicht sachgemässer Behandlung — einen sehr geringen Gebrauchswerth haben. Dem gegenüber würde ein umfangreicheres Angebot solcher und ähnlicher Verbrauchswerkzeuge bester Qualität für die Bedürfnisse der Feinmechanik seitens der Werkzeugfabrikation, in ähnlicher Weise, wie es für die Bedürfnisse der Uhrmacherei vorhanden ist, sehr erwünscht sein. Ein solches Angebot würde zweifelsohne auch bald hinreichender Nachfrage begegnen. Denn auch wenn die Voraussetzung, dass jeder Mechanikergehilfe einen guten Drehstahl herstellen könne, überall zutrifft, folgt daraus noch nicht, dass die meist übliche Einzelherstellung solcher Werkzeuge rationell und ökonomisch genannt werden darf. Für eine Massenerzeugung aber eignen sich besonders Werkzeuge wie das oben beschriebene, die eine universellere Anwendung finden können. *B. Pensky.*

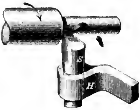


Fig. 2.

Berichtigung.

In der Mittheilung des Herrn Dr. H. Krüss über „Neue Statuten der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte“ im *vorigen Hefte dieser Zeitschrift S. 297* ist am Schluss die Bemerkung „**Juni 1891**“ aus Versehen weggeblieben.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Oktober 1891.** Zehntes Heft.

Der selbthätige Universalpegel zu Swinemünde, System Seibt-Fuess.

Von
Professor Dr. **Wilhelm Seibt**, ständiger Hilfsarbeiter im Ministerium der öffentlichen Arbeiten.

Nachdem der im Jahre 1870 auf Veranlassung General Baeyer's zu Swinemünde aufgestellte selbstregistrirende Pegel am 6. August 1887 durch das auf dem dortigen Bauhofe zum Ausbruche gekommene verheerende Feuer zerstört worden war, fasste der Direktor des Königlichen Geodätischen Institutes, Herr Professor Dr. Helmert den Entschluss, den in Verlust gerathenen Apparat durch einen neuen ersetzen zu lassen und beauftragte mich, der ich damals noch dem Geodätischen Institute als Mitglied angehörte, auf Grund eines ihm von mir vorgelegten Konstruktionsentwurfes mit dem Präzisionsmechaniker Herrn R. Fuess zu Berlin wegen Erbauung eines neuen selbstregistrirenden Pegels in Verbindung zu treten.

Der hier zur Beschreibung kommende Apparat ist das Ergebniss eines mehrjährigen innigen Zusammenwirkens zwischen Herrn Fuess, dessen Mitarbeiter Herrn Raub und mir; ersteren Beiden gebührt das Verdienst der konstruktiven Durcharbeitung der ihnen von mir für den Apparat angegebenen Ideen und mathematisch-physikalischen Prinzipien.

Die Unkosten für die Erbauung des Apparates sind im Wesentlichsten aus den Fonds des Königlichen Ministeriums für die geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten bestritten worden, während der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten sein Interesse an der Erbauung des Apparates dadurch zu erkennen gab, dass derselbe das zur Aufstellung des letzteren in Swinemünde erforderliche Haus erbauen liess und ausserdem eine namhafte Summe für die Ausführung derjenigen Einrichtungen bewilligte, welche vornehmlich den praktischen Interessen der Wasserbautechnik zu dienen haben.

Der selbthätige Universalpegel, auf welchem die Deutschen Reichspatente No. 50568 und No. 57718 ruhen, gestattet:

1. das unmittelbare Ablesen der Wasserstände an einem weithin sichtbaren Zeigerwerke;
2. die Aufzeichnung der Wasserstandskurve mit Angabe der Stunden, unter Anwendung verschiedenfarbig zeichnender Federn und unter Anwendung einer Vorrichtung, welche die Elemente liefert, die Einschrumpfung des Papierbogens für die spätere Ordinatenablesung unschädlich zu machen;
3. die Integration der Wasserstandsfläche, bezw. die Aufaddirung der Ordinaten durch ein Pendelwerk behufs Bestimmung des mittleren Wasserstandes für beliebig bemessene Zeiträume;
4. u. 5. das telephonische Abhören und das chronoskopische Ablesen der Wasserstände aus der Ferne;

6. die Kontrole sämmtlicher Beobachtungswerthe durch ein eigenthümlich angelegtes Lothungssystem;
7. die Beobachtung etwaiger Höhenverschiebungen des Apparates unter Anwendung eines Systems kommunizirender Röhren mit mikrometrischer Einstellung auf Schwimmermarken. —

Der Apparat befindet sich, wie schon vorhin angedeutet wurde, in einem eigens für denselben auf dem Königlichen Bauhofe zu Swinemünde und in unmittelbarster Nähe des Bauhafens erbauten massiven Hause; er ruht auf einer eisernen Tischplatte und mit dieser auf einem eisernen Untergestelle, dessen Füsse in einem eisernen Kranze festgeschraubt sind, welcher den aus Backsteinmauerwerk hergestellten und unten durch Betonmasse abgeschlossenen Brunnenschacht krönt. Letzterer steht durch eine etwa 20 *m* lange eiserne Röhrenleitung, welche eine lichte Weite von 0,45 *m* hat und mehrere Dezimeter unter dem bis jetzt beobachteten tiefsten Wasserstande liegt, mit dem Wasser des Bauhofshafens und durch diesen und die Mündung der Swine mit der offenen Ostsee in Verbindung.

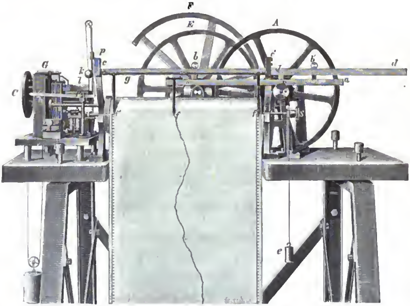


Fig. 1.

I. Die Vorrichtung zur Uebertragung des Wasserstandswechsels auf den Apparat.

Ein aus starkem Kupferblech gefertigter Schwimmer, welcher im Innern durch Metallsteifen gegen Formveränderungen hinreichend geschützt ist und einen Durchmesser von etwa 0,75 *m* hat, ruht auf dem Wasser des Brunnenschachtes und steht mittels eines 0,9 *mm* dicken geglühten Silberdrahtes, der in einen in der Mitte der oberen Fläche des Schwimmers festgeschraubten kleinen Telleraufsatz eingelöthet wurde, mit dem Rade *A* (Fig. 1 u. 2) und einem den Draht mit einem Zuge von etwa 1 *kg* spannenden Gegengewichte in Verbindung. Letzteres hängt an einer

Kette, welche über ein auf der verlängerten Axe des Rades *A* befindliches Spitzenrad geführt ist und bewirkt, dass die durch das Steigen und Fallen des Wassers bedingte Auf- und Niederbewegung des Schwimmers eine entsprechende Drehung des Rades *A* und gleichzeitig eine solche des Stirnrades *B*, dessen Umfang sich zu demjenigen des Rades *A* wie 1 : 10 verhält, zur Folge hat.

II. Der Wasserstandszeiger.

In die über das vorhin erwähnte Spitzenrad gelegte Kette für das Gegengewicht des Schwimmers greift, nachdem jene eine Führung längs des Mauerwerkes des Pegelhauses mittels Rollen erfahren hat, ein zweites Spitzenrad ein, dessen Umfang zu dem ersteren derartig bemessen ist, dass einem Wasserstandswechsel von einem Zentimeter eine Drehung desselben um einen Grad entspricht. Mit

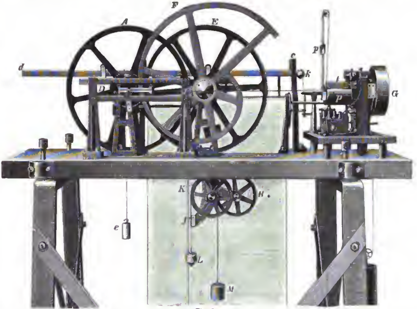


Fig. 2.

dem zweiten Spitzenrade dreht sich gleichzeitig ein auf der Axe des letzteren durch einen Mitnehmer festgehaltener Zeiger, dessen vom jeweiligen Wasserstande abhängiger Stand an einem in Doppelgrade getheilten, an der Aussenseite des Pegelhauses angebrachten Zifferblatte in Metern abgelesen werden kann.

Zur genauen Einstellung des Zeigers, (eine grobe kann durch Auslösen der Axe des zweiten Spitzenrades bewirkt werden), dient eine aus einer Doppelschraubenmutter und zwei Schrauben bestehende Einrichtung, welche in die die beiden Spitzenräder verbindende Kette an geeigneter Stelle eingeschaltet ist.

III. Die Vorrichtung zum Aufzeichnen der Wasserstandskurve.

In die Zähne des Rades *B* (Fig. 1) greift eine mit Millimetertheilung versehene gezahnte Stange *a* ein, die unter Anwendung der beiden Rollen *b* und *b'* längs der auf den Trägern *c* und *c'* befestigten Führungsstange *d* unter dem Index *J* fortgleitet, und deren todter Gang durch das Gegengewicht *e* aufgehoben wird.

Auf dem linken Ende der Zahnstange a ist in konischen Vertiefungen derselben mit Schraubenspitzen eine Zeichenfeder f aufgehängt, welche von der ersteren bei steigendem Wasser von links nach rechts, bei fallendem Wasser im entgegengesetzten Sinne dem verjüngenden Getriebe entsprechend horizontal verschoben wird und hierbei ihre Farbenfüllung auf einen Papierbogen ausfliessen lässt, der über einen durch das Uhrwerk C mit Hilfe eines auf der Axe i befindlichen Triebes in fortwährender Umdrehung gehaltenen Metallzylinder gelegt ist und so, durch einen in den an den Enden zusammengeklebten Bogen eingelegten zweiten Zylinder straff gehalten, unter der Feder f mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgleitet. Die Hin- und Herbewegung der mit der gefüllten Zeichenfeder f versehenen Zahnstange a einerseits, und das Vorwärtsgleiten des Papierbogens andererseits hat das Aufzeichnen der Wasserstandskurve zur Folge, während die beiden weiteren, ebenfalls mit Farbe gefüllten Zeichenfedern f' und f'', welche an die Stange g angeschraubt sind, an beiden Seiten des Papierbogens je eine Linie, die Basislinien, hinterlassen. Die Stange g kann mit Hilfe eines in ihrer Mitte befindlichen Griffes derartig in ihren in den Trägern c und c' befindlichen Lagern gedreht werden, dass die Zeichenfedern f' und f'' mit ihren Spitzen nach oben liegen. Nach Abnahme der Zeichenfeder f von der Stange g ist dann ein Herausheben des oberen Zylinders mit dem Papierbogen aus dessen ebenfalls in den Trägern c und c' befindlichen Axenlagern, oder umgekehrt dessen Einlegen in letztere leicht vorzunehmen. Der Abstand der beiden Zeichenfedern f' und f'' beträgt genau 0,350 m; er kann bei abgenommenem Papierbogen in einfacher Weise durch zwei in jenem Abstande auf dem Zylinder eingerissene Marken scharf und sicher kontrolirt und gegebenen Falles durch Verschieben von f' und f'' berichtigt werden.

Das Maass, um welches nach erfolgter Abnahme des mit der Wasserstandskurve versehenen Papierbogens die Entfernung der beiden von den Zeichenfedern f' und f'' gezogenen Linien von 0,350 m abweicht, liefert in proportionaler Vertheilung auf die vom Bogen abgegriffene Ordinate das Element zur Verbesserung der letzteren um den Effekt der Einschrumpfung, welche der Papierbogen an der nachgemessenen Stelle seit dem Augenblicke erlitten hat, in welchem die Aufzeichnung des bezüglichen Wasserstandes erfolgte.

Bezeichnen o' und o'' die in Metern abgegriffenen und auf die von f' und f'' gezeichneten Basislinien bezogenen Ordinaten, dann findet sich, wenn der für die Einschrumpfung des Papiers sich ergebende Werth $0{,}350\,m - (o' + o'') = d$ gesetzt wird, der aus der Ordinate o' abgeleitete Wasserstand Wa in Metern, bezogen auf den Nullpunkt des Apparates, d. h. auf denjenigen Wasserstand, welchem die Schwimmerlage in dem Augenblicke entsprechen würde, in welchem ein von der Zeichenfeder f markirter Punkt mit dem gleichzeitig von der Zeichenfeder f' markirten zusammenfällt, aus der Gleichung:

$$Wa = 10\,o' \left(1 + \frac{d}{0{,}350}\right).$$

Hat man ferner zur Bestimmung des mittleren Wasserstandes für die einem bestimmten Zeitraume entsprechende, von f' bezw. von f'' gelieferte Abszisse x durch Ausplanimetern der betreffenden Wasserstandsflächen die beiden Werthe F' und F'' erhalten, dann ist, wenn $0{,}350\,x - (F' + F'') = D$ gesetzt wird, der mittlere Wasserstand $M\,Wa$ in Metern, wiederum bezogen auf den vorhin bezeichneten Nullpunkt des Apparates:

$$M\,Wa = \frac{10\,F'}{x} \left(1 + \frac{D}{0{,}350}\right).$$

Bebufs Markirung der Zeit wird ferner jedesmal in den letzten 10 Minuten jeder Stunde der Hebel *h* durch die nasenartige Erhöhung eines sich stündlich einmal um seine Axe drehenden Rades der Uhr *C* niedergedrückt. Beim Auslösen des Hebels *h* mit der vollen Stunde schnellt dann derselbe, durch eine Spiralfeder angezogen, in seine Ruhelage zurück, bei welcher ruckweisen Bewegung eine mit ihm durch eine Metallfeder verbundene Kugel *k* gegen das linke Ende der Stange *g* geschleudert wird. Letztere muss durch den erhaltenen Stoss nach rechts ausweichen, wodurch die auf die Stange *g* aufgeschraubten Zeichenfedern *f'* und *f''* zu einem kurzen Ausschlage gezwungen werden[1]), der die Aufzeichnung der Stundenmarke auf den Papierbogen zur Folge hat; eine am Träger *c'* angebrachte Feder bewirkt darauf das sofortige Zurückdrängen der Stange *g* in die normale Lage.

Die Länge des Papierbogens ist so bemessen, dass letzterer in etwa 8 Tagen einen durch die Uhr bewirkten Umlauf vollendet. Nach dieser Zeit wird die Zeichenfeder *f* gegen eine mit ihr in Bezug auf ihre Grössenverhältnisse aufs Genaueste abgestimmte und mit anderer Farbe gefüllte ausgewechselt. Sind auf diese Weise die vorhandenen vier abnehmbaren Zeichenfedern der Reihe nach mit den Farben Schwarz, Blau, Grün und Roth in Anwendung gewesen, dann hat eine Erneuerung des nun mit den Wasserstandskurven für einen Monat versehenen Papierbogens stattzufinden.

Um endlich zu verhüten, dass bei jedem neuen Umlaufe des Papierbogens die von *f'* und *f''* gezogenen Linien sich mit den bereits vorhandenen decken, ist der obere Zylinder, bevor die Neueinsetzung einer Zeichenfeder *f* erfolgen darf, mit Hilfe der Schraube *S* um einen der auf dem Schafte der letzteren angebrachten Markenstriche von rechts nach links zu verschieben. Nach jedesmal vier Wochen ist dann der obere Zylinder in seine Nullstellung zurückzudrehen, bei welcher die früher erwähnte Prüfung bezw. Berichtigung der Stellung der beiden Zeichenfedern *f'* und *f''* allein erfolgen kann.

IV. Der Pendel-Integrator.

Auf derselben Axe, auf welcher das Schwimmerrad *A* (Fig. 1 und 2), das Spitzenrad für das Gegengewicht und das Stirnrad *B* sitzen, befindet sich noch das Stirnrad *D*, welches in das grössere, auf einer anderen Axe befestigte Stirnrad *E* eingreift. Die Anzahl der Zähne für die Räder *D* und *E* ist so bemessen, dass einer einem Wasserstandswechsel von einem Zentimeter entsprechenden Drehung des Rades *D* eine solche von genau einem Grade des Rades *E* entspricht. Da der Maximalwasserstandswechsel, wie schon aus der Ausdehnung der Millimetertheilung auf der Zahnstange *a* hervorgeht, auf 3,5 *m* veranschlagt ist, so ergiebt sich aus der eben erwähnten Anordnung der Zähne für *D* und *E*, dass das Rad *E* eine Drehung von 350° erleiden muss, wenn der Schwimmer den Weg aus seiner tiefsten bis in seine höchste Lage zurücklegt. Gleichzeitig mit dem Rade *E* dreht sich die Scheibe *F*, deren Fläche derartig mit einer Kreistheilung versehen ist, dass die Ablesung derselben am Index *J'* in Graden mit der Ablesung der Theilung auf der Zahnstange *a* am Index *J* in Zentimetern genau übereinstimmt.

An dem Umfange der Scheibe *F* schleift ein in zwei Geleisen rollender vierrädriger Wagen *W*, für welchen das mit ihm durch einen 0,1 *mm* dicken, über die Rollen *r* und *r'* (Fig. 3) geführten Golddrath verbundene Metallstück *p* als Gegengewicht dient. Steigt

[1]) In der Figur 1 sind die Zeichenfedern *f'* und *f''* in dem Augenblicke des Ausschlages zur Darstellung gebracht.

oder fällt das Wasser, dann dreht sich unter Vermittelung der Räder A, D und E auch entsprechend die Scheibe F, wobei der Wagen W und das Metallstück p gezwungen werden, sich in horizontalem bezw. in vertikalem Sinne um ein bestimmtes, von der Grösse des stattgehabten Wasserstandswechsels, dem verjüngenden Getriebe und der Form der Scheibe F abhängiges Maass zu verschieben. Das etwa 50 *g* schwere Metallstück p ist nun aber die obere Linse eines zusammengesetzten Pendels, dessen untere, etwa 1000 *g* schwere Linse P, welcher in der Absicht, ihrem Schwerpunkt möglichst nahe kommen zu können, die Form eines Halbzylinders gegeben wurde, mittels zweier kurzer Stahlfedern an dem Querbalken l angehängt ist.

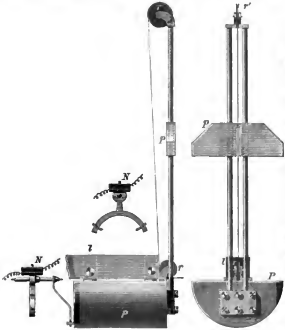


Fig. 3.

Zunächst ist ohne Weiteres klar, dass dieses von einem Uhrwerke in Bewegung gehaltene zusammengesetzte Pendel, in welches der vom Wagen W kommende Golddraht genau in der Schwingungsaxe eingeführt ist, bei steigendem Wasser in seiner Bewegung beschleunigt, bei sinkendem Wasser verlangsamt wird. Mit Rücksicht darauf, dass die Dauer der Schwingungen eines Pendels proportional ist den Wurzeln aus den Pendellängen, ist nun die Kurve der Scheibe F so bestimmt, dass die Verschiebungen des Metallstückes p den Gang des Pendelwerkes derartig beeinflussen, dass die Differenzen je zweier auf einander folgender Wasserstände in demselben Verhältniss zu einander stehen, wie die entsprechenden Differenzen der zugehörigen Anzahl der Pendelschläge für einen bestimmten Zeitraum.

Die Kurve für die Scheibe F, durch welche die geforderte Proportionalität herbeigeführt wird, lässt sich aus den Massen und Maassen des gegebenen zusammengesetzten Pendels theoretisch herleiten, aber auch, wie dies für den Apparat thatsächlich und in der im Folgenden beschriebenen Weise stattgefunden hat, aus den Schlägen des Pendels bei verschiedenen Stellungen von p empirisch bestimmen.

Das mit der unteren Linse P fest verbundene Gestänge, an welchem die an dem Golddrahte hängende obere Linse p auf und nieder gleitet, ist mit einer Theilung von 0 bis 150 *mm* versehen. Die obere Linse p wurde nun nach und nach auf jeden dieser Theilstriche eingestellt, wobei für jede Stellung von p die Anzahl Schläge mittels eines mit dem Pendel in Verbindung stehenden

Zählwerkes *G* für die Dauer einer Stunde zur Ermittelung gelangte. Nennen wir die hierbei erzielten Ergebnisse für die den verschiedenen Stellungen von *p* entsprechenden Schlagzahlen der Reihe nach s_{150}, s_{149}, s_{148} u. s. w. bis s_0, dann finden wir die Zentriwinkel α_{150}, α_{149}, α_{148} u. s. w. bis α_0 der Gradeintheilung der Scheibe *F*, bei welchen von einem beliebig angenommenen, auf die Axe von *F* bezogenen Kreise aus eine Radienverlängerung um 150, 149, 148 u. s. w. bis 0 *mm* erfolgen muss, aus den folgenden Gleichungen:

$$\alpha_{150} = \frac{350}{\frac{s_0}{s_{150}} - 1}\left(\frac{s_{150}}{s_{150}} - 1\right)$$

$$\alpha_{149} = \frac{350}{\frac{s_0}{s_{150}} - 1}\left(\frac{s_{149}}{s_{150}} - 1\right)$$

und so weiter bis

$$\alpha_0 = \frac{350}{\frac{s_0}{s_{150}} - 1}\left(\frac{s_0}{s_{150}} - 1\right).$$

Auf diese Weise wurden die hier zusammengestellten Werthe gefunden:

Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden	Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden	Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden
150	0,00	109	103,25	68	196,77
149	4,29	108	105,25	67	199,06
148	9,72	107	107,25	66	201,63
147	12,87	106	109,25	65	204,20
146	16,59	105	111,83	64	206,49
145	19,16	104	113,83	63	209,07
144	22,31	103	116,40	62	211,07
143	24,88	102	118,40	61	214,21
142	28,31	101	120,69	60	216,50
141	30,89	100	122,12	59	219,08
140	34,03	99	124,70	58	221,36
139	36,61	98	127,27	57	223,94
138	38,61	97	129,27	56	226,51
137	41,18	96	131,27	55	228,80
136	43,47	95	133,56	54	231,37
135	45,76	94	135,85	53	233,38
134	48,05	93	137,85	52	236,24
133	50,62	92	140,14	51	238,81
132	52,91	91	142,43	50	241,67
131	54,91	90	144,72	49	244,54
130	57,49	89	147,00	48	246,53
129	59,49	88	149,29	47	248,82
128	61,78	87	151,87	46	251,11
127	63,78	86	153,58	45	253,68
126	66,07	85	156,44	44	256,26
125	68,35	84	158,44	43	258,83
124	70,64	83	160,73	42	261,69
123	72,93	82	163,31	41	263,98
122	75,22	81	165,88	40	265,98
121	77,22	80	167,88	39	268,55
120	79,51	79	170,17	38	271,13
119	81,51	78	172,46	37	273,42
118	83,80	77	175,03	36	276,28
117	85,80	76	177,32	35	278,56
116	88,09	75	179,32	34	280,85
115	90,38	74	182,18	33	283,14
114	92,66	73	184,76	32	285,43
113	94,67	72	186,76	31	288,00
112	96,67	71	189,62	30	290,29
111	98,67	70	191,91	29	292,58
110	100,67	69	194,19	28	294,58

Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden	Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden	Radienverlängerung bei α in Millimetern	α in Graden
27	297,73	17	318,89	8	336,05
26	299,16	16	321,46	7	336,91
25	302,02	15	322,89	6	339,20
24	304,30	14	324,90	5	340,63
23	306,02	13	326,90	4	342,83
22	308,59	12	329,19	3	343,77
21	310,88	11	330,62	2	345,31
20	312,60	10	332,33	1	346,92
19	314,89	9	333,76	0	350,06
18	316,89				

Die mit Hilfe der vorstehenden Werthe auf der Scheibe *F* markirten Endpunkte der Radienverlängerungen wurden durch ein biegsames Lineal mit einander verbunden, worauf der ersteren durch Schneiden, Feilen und Schleifen die verlangte Form gegeben werden konnte. —

Eine Ermittelung der von der Form der Scheibe *F* abhängigen Konstanten des Apparates hat auf Grund der eigens hierfür angestellten Beobachtungen wie folgt stattgefunden. Die Längentheilung der Zahnstange *a* und gleichzeitig die Gradtheilung der Scheibe *F* wurden, nachdem sie hinsichtlich ihrer Ablesungen an den Indizes *J* und *J'* in gegenseitige Uebereinstimmung gebracht worden waren, und die obere Pendellinse *p* unter Anwendung der im Wagen *W* befindlichen Schraube durch Verlängern oder Verkürzen des sie tragenden Golddrahtes die ihr zukommende Stellung erhalten hatte, von Null beginnend am Index *J* und dem Index *J'* von Zentimeter zu Zentimeter bezw. von 10 zu 10 Grad, also einem Wasserstandswechsel von je einem Dezimeter entsprechend, verschoben.

Für jede so bewirkte Einstellung des Apparates auf bestimmte Wasserstände *Wa* wurde demnächst die Anzahl Schläge $s_{(10)}$ am Zählwerke des Integrators abgelesen, welche das Pendel, beeinflusst von der jeweiligen Stellung der oberen Pendellinse *p*, in einem Zeitraum von 10 Minuten vollbrachte.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen, welche in Swinemünde nach erfolgter Aufstellung des Apparates vorgenommen wurden, finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt.

Eingestellter Wasserstand in Dezimetern *Wa*	Anzahl der Pendelschläge in 10 Minuten $s_{(10)}$	Eingestellter Wasserstand in Dezimetern *Wa*	Anzahl der Pendelschläge in 10 Minuten $s_{(10)}$	Eingestellter Wasserstand in Dezimetern *Wa*	Anzahl der Pendelschläge in 10 Minuten $s_{(10)}$
0	154	12	948	24	1720
1	226	13	1010	25	1782
2	296	14	1080	26	1843
3	361	15	1145	27	1911
4	430	16	1206	28	1975
5	500	17	1270	29	2045
6	560	18	1333	30	2102
7	624	19	1398	31	2168
8	684	20	1460	32	2231
9	753	21	1520	33	2290
10	809	22	1586	34	2355
11	881	23	1652	35	2418

Die so erhaltenen Schlagzahlen müssten nun offenbar, wenn die Berechnung der für die Kurvenkonstruktion verwendeten Werthe und die mechanische Ausführung der Scheibe *F* fehlerfrei hätten erfolgen können, in ihren Auftragungen als Ordinaten auf die durch die zugehörigen Werthe von *Wa* bestimmte Abszisse eine gerade Linie bilden. Da nun aber eine fehlerfreie Bestimmung der Kurve nicht möglich war, so wird eine Ausgleichung der vorhandenen Fehler dadurch zu bewirken bleiben, dass wir nach der Methode der kleinsten Quadrate eine Beziehung zwischen der Anzahl $s_{(10)}$ der Pendelschläge in 10 Minuten und den in Dezimetern ausgedrückten bezüglichen Wasserständen *Wa* von der Form

$$s_{(10)} = X + Wa\,Y$$

herstellen.

Indem wir $X_0 = +180$ und $Y_0 = +64$ als Näherungswerthe einführen, gestaltet sich die Berechnung der Koeffizienten für die Normalgleichungen wie folgt[1]):

aa	ab	al	bb	bl	aa	ab	al	bb	bl
+1	+ 2	+12	+ 4	+ 24	+1	+20	±0	+ 400	± 0
+1	+ 3	+11	+ 9	+ 33	+1	+21	+4	+ 441	+ 84
+1	+ 4	+ 6	+ 16	+ 24	+1	+22	+2	+ 484	+ 44
+1	+ 5	± 0	+ 25	± 0	+1	+23	±0	+ 529	± 0
+1	+ 6	+ 4	+ 36	+ 24	+1	+24	− 4	+ 576	− 96
+1	+ 7	+ 4	+ 49	+ 28	+1	+25	−2	+ 625	− 50
+1	+ 8	+ 8	+ 64	+ 64	+1	+26	+1	+ 676	+ 26
+1	+ 9	+ 3	+ 81	+ 27	+1	+27	−3	+ 729	− 81
+1	+10	+11	+100	+110	+1	+28	−3	+ 784	− 84
+1	+11	+ 3	+121	+ 33	+1	+29	−9	+ 841	−261
+1	+12	± 0	+144	± 0	+1	+30	−2	+ 900	− 60
+1	+13	+ 2	+169	+ 26	+1	+31	−4	+ 961	−124
+1	+14	− 4	+196	− 56	+1	+32	−3	+1024	− 96
+1	+15	− 5	+225	− 75	+1	+33	+2	+1089	+ 66
+1	+16	− 2	+256	− 32	+1	+34	+1	+1156	+ 34
+1	+17	− 2	+289	− 34	+1	+35	+2	+1225	+ 70
+1	+18	− 1	+324	− 18	+34	+629	+30	+14909	−388
+1	+19	− 2	+361	− 38	[aa]	[ab]	[al]	[bb]	[bl]

Die Normalgleichungen sind:

$$34x + 629y + 30 = 0$$
$$629x + 14909y - 388 = 0.$$

Hieraus ergiebt sich

$$x = -6{,}213 \text{ mit dem Gewichte } = 7{,}5$$
$$y = +0{,}288 \quad „ \quad „ \quad „ \quad = 3272{,}5.$$

Fügen wir nun die Korrektionen x und y den Näherungswerthen $X_0 = +180$ und $Y_0 = +64$ hinzu, dann wird:

$$X = +173{,}787 \text{ und } Y = +64{,}288.$$

Die gesuchte Gleichung wird daher:

$$s_{(10)} = +173{,}787 + 64{,}288\,Wa.$$

Die mittleren Fehler M_x und M_y für X und Y, welche zur späteren Vornahme von Genauigkeitsbestimmungen der vom Apparate gelieferten Werthe der Vollständigkeit wegen gleich hier mit berechnet werden sollen, ergeben sich wie folgt:

[1]) Die Beobachtungen für 0 und 1 *dcm* Wasserstand sind wegen der bei den höchsten Stellungen von *p* allzu trägen Pendelschwingungen für die Ausgleichung unberücksichtigt geblieben.

Der Einstellung an den Indices J u. J' entsprechender Wasserstand Wa in Dezimetern	Anzahl der Pendelschläge in 10 Minuten		δ	δδ	Der Einstellung an den Indices J u. J' entsprechender Wasserstand Wa in Dezimetern	Anzahl der Pendelschläge in 10 Minuten		δ	δδ
	Beobachtet	Ausgeglichen				Beobachtet	Ausgeglichen		
2	296	302.4	− 6.4	40.96	19	1398	1395.3	+ 2.7	7.29
3	361	366.7	− 5.7	32.49	20	1460	1459.5	+ 0.5	0.25
4	430	430.9	− 0.9	0.81	21	1520	1523.8	− 3.8	14.44
5	500	495.2	+ 4.8	23.04	22	1586	1588.1	− 2.1	4.41
6	560	559.5	+ 0.5	0.25	23	1652	1652.4	− 0.4	0.16
7	624	623.8	+ 0.2	0.04	24	1720	1716.7	+ 3.3	10.89
8	684	688.1	− 4.1	16.81	25	1782	1781.0	+ 1.0	1.00
9	753	752.4	+ 0.6	0.36	26	1843	1845.3	− 2.3	5.29
10	809	816.7	− 7.7	59.29	27	1911	1909.6	+ 1.4	1.96
11	881	881.0	± 0.0	0.00	28	1975	1973.9	+ 1.1	1.21
12	948	945.2	+ 2.8	7.84	29	2045	2038.1	+ 6.9	47.61
13	1010	1009.5	+ 0.5	0.25	30	2102	2102.4	− 0.4	0.16
14	1080	1073.8	+ 6.2	38.44	31	2168	2166.7	+ 1.3	1.69
15	1145	1138.1	+ 6.9	47.61	32	2231	2231.0	± 0.0	0.00
16	1206	1202.4	+ 3.6	12.96	33	2290	2295.3	− 5.3	28.09
17	1270	1266.7	+ 3.3	10.89	34	2355	2359.6	− 4.6	21.16
18	1333	1331.0	+ 2.0	4.00	35	2418	2423.9	− 5.9	34.81
									476.46

Hiernach wird:

Mittlerer Fehler M einer Beobachtung vom Gewichte $1 = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{n-2}} = \pm 3{,}74$

" " $M_x \qquad = \frac{M}{\sqrt{p_x}} = \pm 1{,}37$

" " $M_y \qquad = \frac{M}{\sqrt{p_y}} = \pm 0{,}07.$

Die gesuchte, um die eben ermittelten Fehlerelemente vervollständigte Gleichung lautet also:

$$s_{(10)} = +173{,}787 \pm 1{,}37 + (64{,}288 \pm 0{,}07)\, Wa.$$

Reduziren wir auf die Minute und ganze Meter, so findet sich, wie leicht zu übersehen, der aus der am Zählwerke abgelesenen Summe der Pendelschläge $s_{(z)}$ abgeleitete, auf den Nullpunkt des Apparates bezogene mittlere Wasserstand $MW_{(z)}$ in Metern für einen Zeitraum von (z) Minuten aus der Gleichung:

$$MW_{(z)} = \frac{s_{(z)}}{(z)\,.\,64{,}288} - \frac{17{,}3787}{64{,}288} = \frac{s_{(z)}}{(z)\,.\,64{,}288} - 0{,}2703.$$

V. Der Empfangsapparat der Fernstation.

A. Die Einrichtungen zum telephonischen Abhören des Wasserstandes. Nach der für den Pendelintegrator unter IV. gegebenen Beschreibung ist auf Grund der ebendaselbst zur Mittheilung gekommenen ausgeglichenen Beobachtungsergebnisse die jedem Wasserstande für einen bestimmten Zeitraum entsprechende Anzahl der Pendelschläge bekannt. Es lässt sich also aus letzterer sofort der Rückschluss auf die zugehörigen Wasserstände machen und aus den bisherigen Darlegungen ist ohne Weiteres ersichtlich, dass, wenn unter $s_{(1)}$ die für eine Minute beobachtete Anzahl Pendelschläge verstanden wird, der auf den Nullpunkt des Apparates bezogene Wasserstand Wa in Metern aus

$$Wa = \frac{s_{(1)} - 17{,}3787}{64{,}288}$$

ermittelt werden kann.

Dem Gehwerke des Pendels ist nun ein aus zwei auf dem Anker desselben lagernden Kohlenplättchen bestehendes Mikrophon *N* (Fig. 3) beigegeben, wodurch es möglich wird, die einzelnen Pendelschläge von einer mit dem Apparat in Verbindung gebrachten Fernstation mittels eines am Empfangsapparate (Fig. 4) befindlichen Telephons abzuhören.

Man hat also nur nöthig, für eine Minute telephonisch die Pendelschläge zu zählen, um aus der Schlagzahl den jeweiligen Wasserstand sofort aus einer mit Hilfe der vorhin aufgestellten Formel berechneten Tabelle entnehmen zu können.

B. Die Einrichtungen zum chronoskopischen Ablesen des Wasserstandes. Mit dem Gehwerke des Pendels ist ferner eine Kontaktvorrichtung derartig verbunden, dass jedesmal nach 240 Pendelschlägen ein kurzer Stromschluss in die Linienleitung entsendet wird, welcher bewirkt, dass in der Fernstation unter Zuhilfenahme eines Elektromagneten der Zeiger eines Viertelsekundenwerkes, wie solche zum Messen kleiner Zeitintervalle in allgemeiner Verwendung sind, abwechselnd in Gang gesetzt, angehalten und wieder auf Null zurückgeschnellt wird.

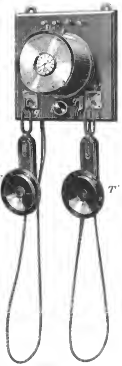


Fig. 4.

Nach dem jedesmaligen zweiten Kontakte kann an dem Zifferblatte des Uhrwerkes die der Dauer von 240 Pendelschlägen bezw. dem jeweiligen Wasserstande entsprechende Zeit abgelesen werden, welche zwischen dem ersten und zweiten Kontakte verstrichen ist. Der gesuchte, auf den Nullpunkt des Apparates bezogene Wasserstand *Wa* in Metern ist nun, indem wir wieder auf die unter IV. zur Mittheilung gebrachten ausgeglichenen Ergebnisse für die Konstanten zurückgreifen und das am Uhrwerke der Fernstation in Minuten abgelesene Zeitintervall wie bisher mit (z) bezeichnen, zu ermitteln aus

$$Wa = \frac{240}{(z).64,288} - 0,2703 = \frac{3,7322}{(z)} - 0,2703$$

und direkt aus einer nach Viertelsekunden (bei den höchsten Wasserständen) und nach ganzen Sekunden (bei den übrigen) berechneten Tabelle zu entnehmen[1]). —

Der in der Skizze des Empfangsapparates (Fig. 4) mit *t* bezeichnete Knopf dient dazu, um durch Drücken desselben jederzeit einen Kontakt herstellen zu können, welcher den durch den vom Pendelwerke herkommenden Kontakt arretirten Zeiger des Uhrwerkes sofort wieder auf Null zurückbringt. Man hat also nicht nöthig, erst den nächsten vom Pendelwerke herkommenden Kontakt hierfür abzuwarten, durch welchen jetzt der Zeiger vielmehr gleich wieder von Null aus in Bewegung gesetzt wird.

[1]) Es mag hier darauf hingewiesen werden, dass der Apparat, wenn man auf die Integration der Wasserstände behufs Mittelbildung derselben verzichten und sich lediglich mit dem Abhören bezw. dem Ablesen der Wasserstände aus der Ferne begnügen will, eine sehr wesentliche Vereinfachung insofern erhalten kann, als man unter Weglassung der Scheibe *F* den Wasserstandswechsel in entsprechender Verjüngung unmittelbar auf die Verschiebung der ebenen Linse *p* des Pendels zur Einwirkung kommen lässt, indem auch dann einem bestimmten Wasserstande für einen bestimmten Zeitraum eine bestimmte Anzahl Pendelschläge entspricht.

Um gegen Blitzgefahr gesichert zu sein, ist die Schaltung am Empfangsapparate so getroffen, dass, wenn die beiden Telephone T und T' an den Haken q und q' hängen, Erdschluss stattfindet; hängt man T' in q'', dann geht der Strom durch das Zeigerwerk; beim Abnehmen von T und T', oder auch nur von T treten die Telephone in Thätigkeit.

Stromlauf des Gebeapparates.

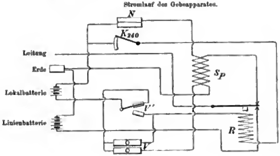


Fig. 5.

Endlich wäre hier noch anzuführen, dass am Gebeapparate eine Umstöpselung vorgenommen werden kann, welche zur Folge hat, dass entweder der Strom ununterbrochen dem Zeigerwerke der Fernstation zugeführt wird, oder dass mit selbstthätiger, durch das Uhrwerk des Gebeapparates in der Stunde von 12h bis 1h bewirkter Umschaltung das Zeigerwerk, in den übrigen Tagesstunden aber nur das Telephon in Thätigkeit ist. —

Stromlauf des Empfangsapparates.

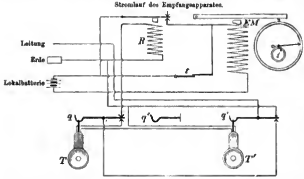


Fig. 6.

In den vorstehenden Figuren No. 5 und 6 werden die Stromläufe des Gebeapparates der Beobachtungsstelle bezw. des Empfangsapparates der Fernstation schematisch dargestellt. Einer besonderen Erklärung bedürfen dieselben nicht; es wird ausreichen, hier hinzuzufügen, dass in den Figuren mit

K_{240} die Kontaktvorrichtung für je 240 Pendelschläge,
V die willkürliche Umschaltung } des Gebeapparates,
V' die automatische " } des Gebeapparates,
Sp die Induktionsspule für das Mikrophon } des Gebeapparates,
R die Relais,
EM der Elektromagnet des Empfangsapparates

bezeichnet sind. Die sonstigen Buchstaben haben ihre Erklärung bereits in dem vorangegangenen Texte erhalten.

VI. Die Kontrolvorrichtung.

An der unteren Seite der eisernen Tischplatte, auf welcher der Hauptapparat aufgebaut ist, befindet sich ein mit ersterer durch starke Schrauben fest verbundener Doppelarm mit den beiden Rädern H und K (Fig. 2), von denen das letztere als Stirnrad in ein drittes kleineres Stirnrad, das mit H eine gemeinsame Axe hat, eingreift.

Ueber die Räder H und K sind in Vertiefungen Stahlbänder gelegt, zu deren Spannung die in ihrem gegenseitigen Massenverhältnisse derartig abgeglichenen Gewichte L und M dienen, dass zwischen ihnen mit Rücksicht auf den Bewegungsmechanismus von H und K Gleichgewicht stattfindet.

Das über K gelegte Stahlband ist mit einer Metertheilung versehen, welche an dem Index J'' bis auf Zehntelmillimeter abgelesen werden kann; es wickelt sich bei entsprechender, durch einen an K angebrachten Griff leicht zu bewerkstelligender Drehung von K und H, indem sein Spanngewicht L mittels einer in ihm befindlichen Längsnute über den Schwimmerdraht greift, unmittelbar neben letzterem auf und ab und ist lang genug, um L bis auf den in seiner tiefsten Lage befindlichen Schwimmer hinablassen zu können.

Der Index J'' ist nun durch ein Präzisionsnivellement mit den für die Swinemünder Pegelanlage amtlich eingeführten Kontrolfestpunkten in Verbindung gebracht worden, wobei sich der Höhenunterschied zwischen dem auf Seite 5 der *Veröffentlichung des Königlichen Geodätischen Institutes „Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde. Zweite Mittheilung“* zur Erklärung gelangten Nullpunkte des ideellen Normalpegels für Swinemünde und dem Index $J'' = + 4{,}2122\ m$ ergab. Mit Rücksicht darauf, dass die bisher beobachteten tiefsten Wasserstände noch unter den Nullpunkt des ideellen Normalpegels zu liegen kamen, erschien es geboten, den Apparat so einzurichten, dass er auch die noch als möglich anzusehenden tiefsten Wasserstände zu beobachten gestattet. Es ist deshalb der Nullpunkt des Apparates, d. h. also um hier noch einmal alles hierauf Bezügliche zusammenzufassen, derjenige Punkt, mit welchem der Wasserspiegel in dem Augenblicke zusammenfällt, wenn sich die von den Zeichenfedern f und f' markirten Punkte decken, wenn dementsprechend die Theilung der Zahnstange ebenso wie die Gradtheilung der Scheibe F an den Indizes J und J' auf Null stehen und die obere Pendellinse p mit ihrer oberen Kante mit dem Theilstriche 150 *mm* abschneidet, um 0,3 *m* unter den Nullpunkt des ideellen Normalpegels für Swinemünde gelegt worden, so dass sich also der Höhenunterschied zwischen dem Nullpunkte des Apparates und dem Index J'' auf $+ 4{,}2122\ m + 0{,}3\ m = + 4{,}5122\ m$ stellt.

Ferner war zu ermitteln die Höhe h des Gewichtes L und die Höhe h', um welche sich die Oberfläche des Telleraufsatzes des Schwimmers bei eingehängtem Gegengewichte über dem Wasserspiegel befindet.

Mit Hilfe des Kalibermaassstabes fand sich $h = 0{,}0634\ m$. Zur Bestimmung von h' wurde ein in eine elektrische Leitung eingeschaltetes Galvanometer benutzt, indem man das eine Drahtende der Leitung mit dem in einem Zinkbottiche befindlichen Wasser, auf welchem der Schwimmer den obigen Anforderungen entsprechend ruhte, und dem ein Salzgehalt gegeben worden war, welcher dem Ostseewasser bei Swinemünde im Mittel bei ein- und ausgehendem Strom eigen ist, in Verbindung brachte. Das andere Drahtende kam demnächst an einem eisernen dünnen Stabe zur Befestigung, der von einem horizontal über Schwimmer und Bottich gelegten Lineale aus so lange vorsichtig nach unten geschoben wurde, bis das Galvanometer ausschlug und so die augenblickliche Berührung des Stabes mit dem Wasserspiegel, und zwar an einer Stelle desselben anzeigte, an welcher die Meniskenbildung des Wassers nicht in Frage kommen konnte.

Die Differenz zwischen der so erhaltenen und auf das horizontal liegende Lineal bezogenen Ordinate und derjenigen, welche sich aus direkter Messung und ebenfalls

auf jenes Lineal bezogen, für die Oberfläche des Telleraufsatzes des Schwimmers ergab, entspricht dem für h' gesuchten Werthe und wurde $= 0{,}0767\ m$ gefunden.

Auf das für das Rad K bestimmte Stahlmessband ist nun das Gewicht L so aufgeschoben und durch Schrauben festgeklemmt worden, dass die obere Kante des Gewichtes L mit dem Theilpunkte $+ 4{,}5122\ m - (h + h') = + 4{,}3721\ m$ übereinstimmte, wodurch erreicht wurde, dass in dem Augenblicke, in welchem das durch Kurbeldrehung von K mit dem Messbande herabgelassene Gewicht L mit seinem untersten Punkte die Tellerplatte des Schwimmers berührt, der jeweilige Wasserstand am Index J'' unmittelbar abgelesen werden kann.

Der hierbei erhaltene Werth muss sich nun in Uebereinstimmung befinden mit den Ablesungen an den Indizes J und J', ferner unter Berücksichtigung der konstanten Differenz zwischen der Höhenlage des Nullpunktes des Apparates und derjenigen des ideellen Normalpegels für Swinemünde, auch mit dem Stande des Wasserstandszeigers, während die richtige Stellung der oberen Pendellinse p mittels der Tabelle auf Seite 357, in welcher die Werthe für die Radienverlängerungen den Einstellungen von p auf die Theilung des Gestänges entsprechen, unter näherungsweiser Einführung von Proportionaltheilen leicht und sicher geprüft werden kann.

Etwaige hierbei zu Tage tretende Abweichungen von den gesetzmässigen Beziehungen der verschiedenen Werthe lassen sich nach erfolgter Lösung der die verschiedenen Räder auf ihren Axen klemmenden Schrauben durch Neueinstellung der betreffenden Theilungen auf die Indizes J und J' bezw. durch Neueinstellung der oberen Pendellinse p bewirken.

Ebenso einfach und wenig Zeit raubend würde es sein, den im Laufe der Jahre etwa abgenutzten Golddraht durch einen neuen zu ersetzen, indem es hierbei im Wesentlichen nur auf ein Einfädeln des Drahtes, im Uebrigen aber wie vorhin auf die Regelung seiner Länge vermittels der ihn mit dem Wagen W verbindenden Schraube ankäme.

VII. Das Niveaumeter.

Die soeben beschriebene Kontrolvorrichtung vermag zunächst nur unter der Voraussetzung richtige Werthe zu liefern, dass der Index J'' keine Verschiebung der ihm ursprünglich gegebenen Höhenlage erlitten hat. Wenn es nun auch sehr unwahrscheinlich ist, dass der unten mit einer Betonschüttung von grosser Masse abgeschlossene Brunnen, auf dessen oberem Mauerwerke das eiserne Untergestell mit der Tischplatte für den Apparat zur Befestigung gelangte, jemals sich senken wird, so verlangte es doch die Vorsicht, Anordnungen zu treffen, den Index J'' von Zeit zu Zeit auf immerhin nicht gerade unmögliche Veränderungen seiner Höhenlage untersuchen zu können, zu welchem Zwecke dem Apparate die folgende in sehr einfacher Weise zu handhabende und jederzeit zum Gebrauch fertig stehende Vorrichtung beigegeben worden ist.

Ein etwa 25 *cm* langer zur Aufnahme von Wasser bestimmter Glaszylinder ist in eine Metallfassung eingelagert, welche auf einem starken runden Fusse ruht, eine Theilung trägt und mit Hähnen versehen ist. In dem Glaszylinder befindet sich ein Schwimmkörper aus schwarzem Glase, auf dessen oben konvex gestaltetes und um ein Weniges aus dem in dem Glaszylinder befindlichen Wasser herausragendes Ende die Oberkanten zweier Ausschnitte eingestellt werden können, welche an den entgegengesetzten Seiten einer Hülse angebracht sind, die sich, mit einem Nonius versehen, mikrometrisch längs der oben erwähnten Theilung der Metallfassung verschieben lässt.

Von dieser Vorrichtung sind zwei Exemplare vorhanden; das eine befindet sich dauernd auf der Tischplatte des Apparates, das zweite wird auf die theils in den Wänden des Pegelhauses, theils in anderem dem letzteren benachbarten Mauerwerke angebrachten Platten aus Hartguss gesetzt. Beide Instrumente sind durch einen mit Wasser gefüllten Gummischlauch mit einander verbunden. Beim Gebrauche gestattet man dem in den beiden Glaszylindern befindlichen Wasser durch entsprechendes Oeffnen der Hähne sich in gleiches Niveau zu stellen. Nach kurzer Zeit kommen die Schwimmkörper zur Ruhe, worauf die Mikrometereinstellung auf die Kuppen derselben erfolgen und demnächst der Höhenunterschied der beiden Aufstellungspunkte an den Nonien abgelesen, sowie mit dem bezüglichen bei der Aufstellung des Apparates ermittelten Werthe (s. VIII.) verglichen werden kann.

Etwaige Abweichungen von der normalen Lage des Index J'' bezw. der Tischplatte könnten dann innerhalb der Grenze mehrerer Zentimeter durch die Schrauben beseitigt werden, welche die Verbindung der Tischplatte mit dem eisernen Untergestelle herstellen.

VIII. Das System der Kontrolfestpunkte.

Die für das Niveanmeter hergerichteten Hartgussplatten sind mit einigen weiteren in der Nähe des Apparates liegenden Festpunkten in der Absicht in sichere nivellitische Verbindnng gebracht worden, auch die Höhenlage der ersteren von Zeit zu Zeit durch Wiederholung der Nivellements auf etwaige Verschiebungen untersuchen zu können. Die gesammten Ergebnisse dieser von mir im Juli 1891 zur Ausführung gebrachten Beobachtungen finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt; dieselbe enthält auch diejenigen aus der vorhin genannten Veröffentlichung von Seite 6 entnommenen Normalhöhenunterschiede der älteren Festpunkte, von welchen die neueren zur Ableitnng kamen. Nur für die hier unter No. 8 und No. 9 aufgeführten Festpunkte sind die älteren Werthe aufgegeben worden, da die Abweichung der jetzigen Nivellementsergebnisse von ihnen um ein Weniges (etwa 1,5 *mm*) stärker ausfiel, als sich durch den blossen Beobachtungsfehler erklären liess.

Zeichenerklärung:
⊕ Axe der zentrischen Bohrung eines Messingbolzens mit eiserner Schutzplatte.
⊙ Eiserner Bolzen.
○ Platten von Hartguss.

		Höhenunterschiede zwischen dem Nullpunkt des ideellen Normalpegels in Swinemünde und den betreffenden Festpunkten.
1.	Plinthenecke des Hauses Königs- und Lindenstrassen-Ecke	+ 3,4245 *m*
2.	⊙ in der südöstlichen Sockelecke des Treptow'schen Hauses	+ 3,7094
3.	⊕ im Mauerwerke der Nordseite des Hauptzollamtsgebäudes	+ 4,5237
4.	⊕ „ „ der Südwestseite des Hafenbau-Inspektionsgebäudes ..	+ 4,9833
5.	⊕ „ „ der Südostseite des Schifffahrts-Amts-Gebäudes	+ 4,9128
6.	⊙ „ „ der „ „ „ „ „	+ 3,6602
7.	⊙ „ „ der eisernen Zeitballsäule	+ 3,6898
8.	⊙ „ „ des Drehpfeilers der Eisenbahnbrücke beim Bauhafen	+ 1,9158
9.	⊙ „ „ des Landpfeilers „ „ „ „	+ 2,2123
10.	⊙ „ „ des dem Pegelhause zunächst gelegenen Schuppens ..	+ 3,1968
11.	○ „ „ des „ „ „ „ „ ..	+ 4,3838
12.	⊙ „ „ des Pegelhauses	+ 2,9797
13.	○ „ „ des „	+ 4,3791
14.	○ auf dem Kopfe des Pfahles für den Skalenpegel	+ 4,3778
15.	Index J'' unter der Tischplatte des Hauptapparates	+ 4,2122
16.	Oberfläche der Tischplatte für den Hauptapparat	+ 4,3884
17.	Nullpunkt des selbthätigen Universalpegels zu Swinemünde	— 0,3000
18.	Nullpunkt des ideellen Normalpegels für Swinemünde	± 0,0000.

Resultate der Vorarbeiten zur Herstellung der photographischen Himmelskarte.

Von
Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Mit Beendigung des anfangs April dieses Jahres in Paris stattgehabten dritten Astrophysikalischen Kongresses zur Herstellung der photographischen Himmelskarte ist der erste Abschnitt in der Geschichte dieses grossen Unternehmens abgeschlossen worden.

Nachdem auf dem ersten Kongresse im Jahre 1887 der definitive Beschluss gefasst worden war, eine photographische Himmelskarte herzustellen, gleichzeitig aber diese ursprüngliche Absicht noch dahin erweitert worden war, durch exakte Ausmessung der Photographien einen Katalog aller Sterne bis zur 11. Grösse anzufertigen, ist die Zwischenzeit durch die Beschaffung der nothwendigen instrumentalen Ausrüstung für die an dem Unternehmen betheiligten Sternwarten, sowie durch Vorarbeiten ausgefüllt worden. Es dürfte daher der Zeitpunkt gekommen sein, die bisherigen Ergebnisse zusammenzufassen, und ich bin deshalb dem Wunsche der Redaktion gern entgegengekommen, dies in Folgendem kurz auszuführen.

Ein grosser Theil der Vorarbeiten ist auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam erledigt und theils von dem Direktor, Herrn Geheimrath Vogel, theils von mir in den „*Astronomischen Nachrichten*“ und in dem „*Bulletin du Comité International permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel*“ publizirt worden.

Um eine vollkommen gute Sternanfnahme zu erhalten, d. h. eine solche, welche bei gegebener Expositionszeit möglichst viele Sterne aufweist bei gleichzeitiger Gewährung grösster Messungsgenauigkeit, sind folgende Bedingungen zu erfüllen: Grösste photographische Lichtstärke bei gegebenen Dimensionen; vollständige Exaktheit in der Fortführung des Instrumentes; Abwesenheit oder Unschädlichmachung von Verzerrungen durch das Objektiv, möglichst hohe Empfindlichkeit der photographischen Platte.

Es ist das Verdienst der Herren Henry in Paris, diese Bedingungen, soweit sie sich auf die mechanischen und optischen Theile des zur Aufnahme der Photographie bestimmten Instrumentes, des photographischen Refraktors, beziehen, zuerst erfüllt zu haben, und so ist denn das Henry'sche Instrument als Norm für alle übrigen zur Herstellung der Himmelskarte bestimmten Refraktoren angenommen worden, und alle Verhandlungen der Kongresse und alle Vorarbeiten haben nur den Zweck gehabt, Vervollkommnungen in Einzelheiten, sowie eine einheitliche Ausführung des ganzen Unternehmens zu erreichen.

1. Der mechanische Theil der photographischen Refraktoren.

Für gute Sternaufnahmen hat ein photographischer Refraktor die Hauptbedingung zu erfüllen, während der ganzen, oft stundenlangen Expositionszeit das Bild eines Sternes genau auf demselben Punkte der Platte zu halten. Es ist dies aus zwei Gründen erforderlich, einmal um völlig runde oder bei den schwächsten Sternen punktförmige Bilder zu erhalten, wie dies zu Messungszwecken durchaus nöthig ist, dann aber auch, um möglichste Lichtstärke zu gewinnen, da nur so die später noch genauer zu präzisirende Forderung erfüllt werden kann, das gesammte auf das Objektiv auffallende Licht eines Sternes auf einer möglichst kleinen Fläche der Platte zu vereinigen. Selbst wenn es möglich sein sollte, ein so exakt gehendes Triebwerk für einen Refraktor herzustellen, dass das Fernrohr während

längerer Zeiträume der täglichen Bewegung innerhalb der Bruchtheile einer Bogensekunde folgte, so würde auch dies nicht genügen, da andere, nicht in der Hand des Mechanikers liegende Ursachen störend einwirken: Unvollkommene Aufstellnng des Instruments, Refraktionsänderungen, mit der Lage des Fernrohrs veränderliche Durchbiegung, Temperaturveränderungen u. s. w.

Es ist also durchaus erforderlich, während der Expositionszeit die Fortführung des Fernrohrs kontroliren, bezw. korrigiren zu können, und die Kontrole muss so beschaffen sein, dass sie für die Festhaltung des nicht direkt beobachtbaren Sternpunktes auf der Platte Garantie leistet. Dieser Zweck lässt sich in mehr oder weniger vollkommener Weise durch verschiedene mechanische Vorrichtungen erreichen. Als einfachstes Mittel bietet sich die Benutzung eines Suchers bei gewöhnlicher parallaktischer Aufstellung des photographischen Rohres dar. Es ist hierbei nur erforderlich, dem Sucher eine sehr starke Vergrösserung zu geben, damit die Koïnzidenz des Haltesterns mit dem Fadenkreuze mit genügender Genauigkeit beurtheilt werden kann. Eine derartige Einrichtung ist besonders bei früheren Versuchen häufig benutzt worden, allein wohl immer mit nicht befriedigendem Erfolge, da die Verschiedenheit in der Durchbiegung von Fernrohr und Sucher bei den durch lange Expositionszeiten bedingten Lagenänderungen des Fernrohrs bewirkt, dass trotz sorgfältigen Haltens des Sterns auf dem Fadenkreuze des Suchers derselbe auf der Platte nicht festgehalten wird und die resultirenden Sternscheibchen daher birnförmig oder in die Länge gezogen erscheinen.

Eine andere Methode, durch welche die Durchbiegung gänzlich eliminirt wird, und die daher völlig runde Sternscheibchen erzielen lässt, beruht darauf, das zum Photographiren bestimmte Objektiv selbst auch als Sucher zu benutzen, d. h. seitlich von der am Okularende befindlichen Kassette ein starkes Okular anzubringen und vermittels desselben einen am Rande des Gesichtsfeldes stehenden Stern zu halten. Diese Art des Haltens lässt sich indessen mit Vortheil nur bei Objektiven verwenden, welche für die optischen Strahlen achromatisirt sind, und wir werden später sehen, dass derartige Objektive in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit nicht entfernt mit den für die photographischen Strahlen achromatisirten zu vergleichen sind. Es gelingt zwar auch bei photographischen Objektiven durch Einschaltung passend gewählter Absorptionsgläser (solche, die nur die blauen und violetten Strahlen durchlassen) ein leidliches optisches Bild zu erhalten, dasselbe ist aber sehr lichtschwach und selten so vollkommen, dass ein exaktes Halten möglich ist.

Es bleibt daher nur das von den Herren Henry zuerst angewandte Verfahren übrig, welches für die Instrumente zur Herstellung der Himmelskarte ausschliesslich adoptirt worden ist, und welches darin besteht, photographisches Objektiv und Sucherobjektiv von nahe gleicher Brennweite zu wählen, und beide in einem einzigen Rohre oder Kasten zu vereinigen, so dass alle Aenderungen und Durchbiegungen für das optische und photographische System die gleichen sind. Da diese Instrumente geeignet sein sollen, mit beschränktem Gesichtsfelde den ganzen Himmel aufnehmen zu können, so müssen häufig auch schwächere Sterne bis zur 9. Grösse als Haltesterne benutzt werden, und es ist deshalb erforderlich, auch dem Objektive des optischen Fernrohrs einen beträchtlichen Durchmesser zu geben. Als Dimensionen für die Instrumente der Himmelskarte sind daher auf der ersten Pariser Konferenz im Jahre 1887 die folgenden vorgeschrieben

worden: Oeffnung des optischen Objektivs 24 *cm*; Oeffnung des photographischen 34 *cm*; gemeinschaftliche Brennweite 3,43 *m*. Die letztere ist so gewählt, dass einer Bogenminute 1 Millimeter im linearen Maasse entspricht

Die zum Halten eines Sterns erforderlichen kleinen Korrektionen würden sich bei diesen Instrumenten auf zweierlei Weise ausführen lassen. Man könnte einmal den ganzen unteren Theil des Fernrohrs, also Kassette und Okular, beide fest mit einander verbunden, verschiebbar herstellen und durch Korrektionsschrauben bei unverändert durch das Uhrwerk fortgeführtem Rohre die nöthigen Korrektionen ausführen; es würde alsdann aber erforderlich sein, den beiden Objektiven sehr genau dieselbe Brennweite zu geben, weil sonst gleichen linearen Verschiebungen ungleiche Winkelwerthe entsprechen würden; eine solche Forderung bereitet aber dem Optiker grosse, ja fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Man ist deshalb auch bei diesen Instrumenten dabei geblieben, alle Korrektionen durch Winkelbewegungen, also durch die Feinbewegung des Fernrohrs auszuführen. Mit welcher Genauigkeit dies geschehen muss, mag daraus hervorgehen, dass Verstellungen von nur einer halben Bogensekunde, falls sie während mehrerer Bruchtheile einer Minute wirken, bereits an der Form der Sternscheibchen zu erkennen sind; in linearem Maasse ausgedrückt, würde das etwa $^1/_{120}$ Millimeter entsprechen. Die Feinbewegungen müssen also sehr exakt funktioniren und sehr bequem zu handhaben sein, da sonst der Beobachter nicht im Stande ist, während längerer Zeit den Stern halten zu können. Im allgemeinen muss der Beobachter unverwandt in das Fernrohr hineinsehen, denn wenn auch jetzt Uhrwerke konstruirt werden, welche völlig frei von merklichen Schwankungen sind und mehrere Minuten lang das Fernrohr mit der erforderlichen Genauigkeit führen, so bleiben doch immer die ganz unvermeidlichen Fehler des Uhrkreises übrig, die kleine Schwankungen des Fernrohrs um den richtigen mittleren Gang hervorrufen. Als besonders gute Uhrwerke für die photographischen Refraktoren haben sich bis jetzt die Repsold'schen sogenannten Federpendel gezeigt und die Grubb'schen, auf elektrischem Wege sich selbst korrigirenden Uhrwerke. Wie jede Beobachtungsart, so erfordert auch das Halten der Sterne eine besondere Uebung des Beobachters, da es gilt, die eintretenden Abweichungen des Sterns vom Fadenkreuze in möglichst kurzer Zeit zu korrigiren; ein Ueberlegen über den Sinn und die Grösse der Drehung der Feinbewegung würde schon zu viele Zeit erfordern; es muss dies ganz mechanisch, und ohne dass es zum Bewusstsein kommt, ausgeführt werden.

Ausser diesen Hauptbedingungen hat ein zur Herstellung der Himmelskarte bestimmter photographischer Refraktor in Bezug auf seine mechanischen Einrichtungen noch einige weitere Erfordernisse zu erfüllen, für deren Einzelausführung aber keine bestimmten Regeln vorgeschrieben worden sind. Es sind dies folgende: Sichere und gleichzeitig justirbare Anbringung der photographischen Platten; die Ermöglichung, auch weit vom Mittelpunkte der Platte abstehende Sterne als Leitsterne benutzen zu können, und Objektivverschlüsse, welche ohne Erschütterung des Fernrohrs wirken.

Zur vollen Ausnutzung der Lichtstärke ist es unbedingt erforderlich, die photographische Platte möglichst genau in die Brennfläche des Objektivs zu bringen; der verschiebbare Auszug des photographischen Refraktors muss daher sehr genau funktioniren, und seine Stellung muss mittels einer Skale bis auf etwa 0,1 *mm* ablesbar sein. Die Platten selbst werden in Metallkassetten eingeschlossen,

deren Einrichtung wie auch Anbringung am Auszuge bei den verschiedenen Instrumenten sehr verschieden ausgeführt worden ist. Während besonders bei den in England gebauten Instrumenten die Justirverrichtungen recht komplizirter Art sind, indem die Lage der Platte in der Kassette justirbar sowohl für Drehung als für Senkrechtstellung zur optischen Axe ausführbar ist, und auch die Kassette selbst mit Hilfe von Positionskreis und Justirschrauben in allen Richtungen verstellt werden kann, dürften die bei den Repsold'schen Instrumenten gewählten Einrichtungen wohl kaum an Einfachheit übertreffen werden können. Nach den Erfahrungen, welche Verfasser mit dem Petsdamer Instrumente gewonnen hat, funktioniren diese äusserst einfachen Einrichtungen ausserordentlich sicher und exakt und können in jeder Beziehung empfohlen werden. Die untere Kante des Auszuges für die Aufnahme der Kassette ist gleichzeitig mit der Aussenfläche des Auszuges abgedreht werden, so dass die erstere völlig normal zur letzteren steht. Die Rückfläche der Kassette ist oben abgedreht und liegt gegen die Kante des Auszuges an; die Befestigung der Kassette geschieht durch einen Bajonettverschluss, dessen Anschlag korrigirbar ist, um irgend eine in der Kassette oder auf der Platte gegebene Linie parallel zur täglichen Bewegung stellen zu können. Die Kassette selbst enthält drei kleine Auflageflächen, deren genau gleiche Entfernung von der ebenen Rückfläche der Kassette ein für alle Mal vom Mechaniker hergestellt werden ist. Auf diese Weise ist die Normalstellung der Platte zur optischen Axe erreicht. Hinter den zwei an einer Kante der Kassette befindlichen Auflageflächen erheben sich zwei weitere, schräg vornüber geneigte Anschlageflächen, gegen welche eine — abgeschliffene — Kante der photographischen Platte angedrückt wird. Dieses Andrücken geschieht durch eine ähnliche, oben an einer Feder über dem dritten Anschlage befestigte schräge Fläche, welche von aussen durch eine Schraube gegen die der geschliffenen Kante der Platte gegenüberliegende Kante angepresst werden kann. Diese Art der Befestigung durch drei schräge Flächen erfüllt einen doppelten Zweck. Einmal wird die geschliffene Kante bei allen Platten genau in dieselbe Lage zur Kassette und damit auch zur täglichen Bewegung des Instrumentes gebracht, dann aber wird die Platte gleichzeitig auch gegen die Unterlagen angedrückt, ohne dass zu diesem Behufe Federn im Deckel der Kassette erforderlich wären, durch welche immer kleine Durchbiegungen der Platte entstehen. Dem Potsdamer Refraktor sind drei derartige Kassetten beigegeben, und da sich der korrigirbare Anschlag des Bajonettverschlusses an der Kassette befindet und nicht am Fernrohrauszuge, da ferner bei allen drei Kassetten die Entfernungen von den Anschlagflächen bis zur Rückfläche genau die gleichen sind, so können dieselben unmittelbar ohne Aenderungen am Instrumente verwandt werden. Allerdings verzichtet man bei dieser Einrichtung auf eine messbare Drehung der Kassette, dieselbe ist aber, wie später noch näher gezeigt werden wird, auch durchaus nicht erforderlich.

Nach den Beschlüssen der Pariser Konferenzen soll bei den Instrumenten die Möglichkeit gegeben sein, Sterne zum Halten zu benutzen, die einen Abstand von 25′ und mehr vom Mittelpunkt der Platte haben. Für die hierzu erforderlichen Vorrichtungen am Okularende des optischen Fernrohres — des Leitfernrohres — sind besondere Vorschriften nicht erlassen, jedoch ist bei allen Instrumenten die einfachste Lösung, die Anwendung zweier auf einander senkrechter Schlitten, gewählt worden. Der oberste dieser Schlitten trägt das Okular nebst Fadenkreuz, und da eine besonders genaue Einstellung nicht erforderlich

ist, so ist für die Mikrometerschrauben, welche die Schlitten bewegen, als Ganghöhe meistens 1 *mm* = 1 Bogenminute genommen. Bei einigen Instrumenten ist die Schlittenvorrichtung drehbar und diese Drehung durch einen Positionskreis messbar hergestellt worden, so dass man auch direkt Distanz und Positionswinkel anstatt Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen einstellen kann. Sämmtliche Instrumente sind mit Feldbeleuchtung versehen, einige gleichzeitig auch mit Fadenbeleuchtung, doch lässt sich letztere bei grösseren Distanzen von der optischen Axe meistens nicht gut verwenden. Das Halten der Sterne geschieht mittels eines einfachen Fadenkreuzes, wobei es besonders bei helleren Sternen vortheilhaft ist, möglichst feine Fäden zu verwenden; für die schwächsten Sterne sind stärkere Fäden vielleicht etwas günstiger, da bei diesen die Feldbeleuchtung weniger hell genommen werden kann.

Selbst bei sehr stabil gebauten Instrumenten werden durch das Anfziehen eines Schiebers oder einer Klappe kleine Erschütterungen hervorgerufen, die besonders bei helleren Sternen Deformationen der photographischen Sternscheibchen bewirken, und es ist deshalb erforderlich, besondere Vorrichtungen anzubringen, welche ein Oeffnen oder Schliessen des Instrumentes ohne Stoss oder Erschütterung erlauben. Unter den vielen hierzu verwendbaren Konstruktionen soll hier nur diejenige beschrieben werden, welche am Potsdamer photographischen Refraktor angebracht worden ist, und welche sich sehr gut bewährt hat. Seitlich vom Objektiv ist eine Axe, parallel zur optischen Axe des Fernrohres befestigt, um welche sich ein Schirm von der Grösse des Objektivs, aus leichten Metallstreifen gearbeitet und mit schwarzer Seide überzogen, derartig bewegen lässt, dass er bei dem einen Anschlage das ganze Objektiv bedeckt, dagegen beim anderen dasselbe völlig frei lässt. Durch ein Gegengewicht ist der Schirm ausbalanzirt, so dass er in jeder Lage des Instrumentes sich in der Gleichgewichtslage befindet. Durch eine um die Axe gewundene Spiralfeder hat nun der Schirm die Tendenz, das Objektiv freizulassen, er kann jedoch vor dem Objektive durch eine Arretirvorrichtung gehalten werden. Die Auslösung dieser Arretirung geschieht auf elektrischem Wege vom Okularende aus und zwar durch einen frei herabhängenden Druckkontakt, so dass der zum Schliessen des Stromes nöthige Druck nicht auf das Instrument selbst übertragen wird. Die Stösse beim Anschlagen des Schirmes sind zunächst fast gänzlich durch elastische Anschläge aufgehoben, doch ist dies kaum nöthig, da die Stösse nur im Sinne einer Torsion des Fernrohres wirken, gegen welche dasselbe sehr widerstandsfähig ist.

2. Die Objektive der photographischen Refraktoren.

Wie schon angedeutet, sind an die Objektive der photographischen Refraktoren zwei Hauptbedingungen zu stellen, möglichst grosse Lichtstärke und möglichst geringe Bildverzerrung innerhalb eines Gesichtsfeldes, welches beträchtlich grösser ist als das bei gewöhnlichen Instrumenten gebräuchliche.

Der Begriff der Lichtstärke ist bei einem photographischen Objektiv etwas anders zu fassen, als bei einem optischen. Zwar ist die Forderung scheinbar dieselbe, nämlich alles auf das Objektiv auffallende Licht eines Sternes in einem möglichst kleinen Pünktchen zu vereinigen, sie ist aber für optische Objektive weniger streng aufzufassen, so lange man nicht sehr starke Vergrösserungen anwendet. Es ist z. B. — natürlich nur in Hinsicht der Lichtstärke gesprochen — für ein optisches Fernrohr ziemlich gleichgiltig, ob der Durchmesser des Brenn-

punktbildes 0″5 oder 1″0 ist, für ein photographisches Objektiv dagegen bringt eine derartige Differenz einen vierfachen Unterschied in der Lichtstärke in Bezug auf die schwächsten, überhaupt noch zur Wahrnehmung gelangenden Sterne hervor. Es ist also bei photographischen Objektiven ganz besonders auf die Vereinigung der für die empfindliche Schicht wirksamen Strahlen zu achten. Aus diesem Grunde sind gewöhnliche optische Objektive für Himmelsaufnahmen nicht zu verwenden, vielmehr muss ein gutes photographisches Objektiv achromatisirt sein für die blauen und violetten Strahlen. Man geht in dieser Beziehung sogar etwas weiter und achromatisirt speziell für diejenigen Platten, welche wesentlich zur Verwendung gelangen, bei Sternaufnahmen ausnahmslos für möglichst empfindliche Bromsilberplatten. Das Maximum der Empfindlichkeit liegt für diese Platten bei *G*, genauer bei der Wasserstofflinie $H\gamma$, *WL* 434 $\mu\mu$, nimmt von da an nach beiden Seiten langsam ab, um nach dem weniger brechbaren Ende des Spektrums hin kurz jenseit *F* abzubrechen; nach dem violetten Ende hin reicht die Empfindlichkeit beträchtlich weiter und umfasst einen grossen Theil des ultravioletten Spektrums. Man sucht daher die Strahlen von *F* bis weit über *H* hinaus in der für die $H\gamma$-Linie geltenden Brennweite nach Möglichkeit zu vereinigen und lässt die Strahlen von *F* an nach dem rothen Ende hin gänzlich unberücksichtigt. Solche Objektive liefern bei kurzen Expositionszeiten kleine runde Sternscheibchen von nahe gleichmässiger Schwärzung bis zum Rande der Scheibchen, an welchem der Abfall der Schwärzung sehr rasch erfolgt, so dass sie bei schwacher Vergrösserung als völlig scharfe Scheibchen erscheinen. Bei den optischen Refraktoren erhält man dagegen stets grössere Scheiben, bei welchen die Schwärzung von der Mitte aus ganz allmälig abnimmt, so dass von einer Begrenzung derselben überhaupt keine Rede sein kann. Diese langsame Abnahme entspricht den den Mittelpunkt überlagernden chromatischen Abweichungskreisen der blauen und violetten Strahlen, deren Intensität wegen der zunehmenden Durchmesser natürlich immer mehr abnimmt, so dass der Uebergang zu dem unbelichteten Theile der Platte ganz allmälig erfolgt.

Eine sehr eigenthümliche Erscheinung tritt auf, wenn man bei den für die chemisch wirksamen Strahlen achromatisirten Objektiven sogenannte orthochromatische Platten verwendet, z. B. Erythrosinplatten. Die Empfindlichkeit derselben gegen blaue und violette Strahlen ist dieselbe wie bei gewöhnlichen Platten, auch in Bezug auf die Abnahme hinter *F*; sie erreicht daselbst jedoch nicht den Werth Null, sondern wächst wieder, um bei *D* plötzlich abzubrechen. Auf solchen Platten erscheinen nun die schwächeren Sterne ganz so wie sonst, auch diejenigen mittlerer Helligkeit ergeben zunächst die gewöhnlichen scharf begrenzten Scheibchen, die letzteren sind jedoch mit einem sehr breiten Halo umgeben, der seinerseits ebenfalls völlig scharf begrenzt ist. Dieser Halo wird bei noch helleren Sternen immer kräftiger, ohne aber seinen Durchmesser zu ändern, und wird schliesslich gänzlich schwarz, so dass er sich von dem inneren Kerne nicht mehr abtrennt und also plötzlich eine beträchtliche Durchmesservergrösserung des Sternbildchens verursacht. Dieser Halo entspricht den chromatischen Abweichungskreisen der optisch wirksamen Strahlen bis *D*. Bei den schwächeren Sternen sind dieselben nicht intensiv genug, um photographisch wirksam zu sein, bis sie bei hellen Sternen schliesslich völlige Schwärzung der Platte erzeugen. Wir werden später sehen, welchen Einfluss diese Erscheinung auf die Bestimmung der Sterngrössen ausübt, so dass die orthochromatischen Platten für Sternaufnahmen bei Anwendung von Objektiven nicht brauchbar sind.

Ebenso wichtig wie die Vereinigung der Strahlen verschiedener Brechbarkeit in einem möglichst kleinen Scheibchen ist auch diejenige der Randstrahlen mit den von der Mitte des Objektivs herkommenden. Beide Bedingungen lassen sich am exaktesten bei Objektiven von verhältnissmässig grosser Brennweite ausführen, und man gelangt daher zu dem etwas paradox klingenden Schlusse, dass für photographische Refraktoren — natürlich innerhalb gewisser Grenzen — ein starkes Brennweitenverhältniss zu wählen sei. Für die Instrumente zur Herstellung der Himmelskarte ist das sehr geringe Verhältniss von 1 : 10 für Oeffnung und Brennweite gewählt worden, und in der That sind mit der Anfertigung solcher Objektive, die alle Strahlen in genügender Weise vereinigen und dabei ein brauchbares Gesichtsfeld von mehr als 2° Durchmesser zu liefern haben, sehr grosse Ansprüche an die Geschicklichkeit unserer Optiker gestellt worden, und jedenfalls ist hiermit die Grenze der Möglichkeit erreicht, was sich selbst bei den besten Objektiven der neuen photographischen Refraktoren daraus ergiebt, dass bei einer sehr merklichen Randabblendung des Objektivs, z. B. von 34 *cm* auf 25 *cm*, der Lichtverlust in photographischer Beziehung nur sehr gering ist und nur etwa ein Zehntel einer Grössenklasse beträgt. Der Grund hierfür ist eben in der durch die Abblendung der Randstrahlen geringer werdenden sphärischen Aberration des Objektivs zu suchen; die Sternscheibchen werden bei der Abblendung thatsächlich kleiner. Alle diese Betrachtungen beziehen sich aber nur auf die Aufnahme von Sternen; bei allen schwachen Objekten mit wahrnehmbarer Flächenausdehnung, also bei Nebelflecken und Kometen, liegen natürlich die Verhältnisse ganz anders. Bei der Aufnahme von Flächen kommt es wesentlich darauf an, eine möglichst grosse Flächenintensität im Fokalbilde zu erzeugen, also eine kurze Brennweite im Verhältniss zur Oeffnung zu verwenden, und da die photographischen Instrumente auch für derartige Objekte geeignet sein sollen, erscheint es gerechtfertigt, dass das Brennweitenverhältniss von 1 : 10 gewählt worden ist.

Die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen stimmen mit den obigen Betrachtungen vollkommen überein; es ist bekannt, dass eine einfache photographische Portraitlinse mit dem Brennweitenverhältniss von 1 : 4 in Bezug auf Nebelflecke ausserordentlich viel mehr leistet als die grossen photographischen Refraktoren. Bei der Vergleichung von zwei Aufnahmen derselben Gegend und gleicher Expositionszeit mit einem gewöhnlichen kleinen Kameraobjektiv und dem grossen Objektive des Potsdamer photographischen Refraktors erkennt man auf der ersteren Nebel und sogar ihre Details, von denen auf der anderen keine Spur wahrzunehmen ist. Umgekehrt enthalten die letzteren dafür die drei- bis vierfache Anzahl von Sternen. Für Nebelfleckenaufnahmen sind auch Reflektoren sehr gut geeignet, weil man diesen ebenfalls eine sehr kurze Brennweite geben kann, und ferner wegen ihrer vollständigen Achromasie. Bekanntlich besteht das Spektrum der eigentlichen Nebelflecken aus einem schwachen kontinuirlichen Theile und mehreren hellen Linien, von denen die hellste in Grün gelegen ist, bei der Wellenlänge 500 $\mu\mu$. Auf der photographischen Platte kommt also nur das geringe Quantum der blauen und violetten Strahlen zur Geltung, aber gerade die hellste der Linien bei *WL* 500 ist beim gewöhnlichen photographischen Verfahren völlig unwirksam, ebenso die hellste Partie des kontinuirlichen Spektrums. In diesem Falle sind also die orthochromatischen Platten mit Vortheil zu verwenden, und bei den Reflektoren kann mit deren Hilfe eine beträchtliche Steigerung der Lichtstärke erzielt werden. Wegen der verhältnissmässig starken sphärischen Aber-

ration der Reflektoren sind dieselben dagegen für Sternaufnahmen wieder weniger geeignet.

Für die Aufnahme der Himmelskarte ist ein benntzbares photographisches Feld von vier Quadratgraden bestimmt worden, innerhalb dessen die Forderung sehr grosser Messnngsgenauigkeit zu erfüllen ist. Die Fehler in der Abbildung der Konstellationen auf der photographischen Platte sind nun zweierlei Art, einmal rühren sie her von Verzeichnungen durch das Objektiv und ferner von Verziehungen der empfindlichen Schicht nach der Exposition durch das Entwicklungs- und Fixirungsverfahren. Wir wollen znnächst die ersteren betrachten.

Die dem Objektiv zukommende Brennfläche schmiegt sich der ebenen Platte nur in den mittleren Theilen einigermaassen an, nnd schon in geringen Distanzen vom Mittelpunkt liegt sie von der Platte nach innen, nach dem Objektiv zu. Betrachtet man die Brennfläche als sphärische Fläche, so werden die Distanzen der Sterne vom Mittelpunkte proportional mit der Tangente ihres Winkelabstandes von der optischen Axe grösser; unter dieser Annahme ist es also sehr einfach, die Reduktion auf die Brennfläche später an den Messungen auszuführen. Es ist nun der Vorschlag gemacht worden, diesen Fehler sowie gleichzeitig noch einige andere gleich zn besprechende dadurch nnschädlich zn machen, dass man der photographischen Platte eine der Brennfläche entsprechende Krümmung giebt, und man hat auch schon praktische Versuche in dieser Hinsicht angestellt; verschiedene Gründe sprechen aber gegen die Methode. Zunächst dürfte es kaum möglich sein, auf solchen sphärischen Platten eine gleichmässige Gelatineschicht zu erzeugen; vor Allem aber bietet die nachherige Ausmessung grosse Schwierigkeiten, sie müsste eigentlich mit Hilfe eines gleichsam parallaktisch montirten Fernrohres, welches sich im Mittelpunkte der Plattenkrümmung befindet, geschehen; nach den Bestimmnngen der Konferenzen sollen aber die Platten in rechtwinkligen Koordinaten ausgemessen werden. Man hat deshalb gänzlich von der Benutzung derartiger Hilfsmittel abgesehen und es als Aufgabe des Optikers betrachtet, durch geeignete Konstruktion der Objektive eine möglichste Vermeidnng von Verzerrungen zu erzielen, nnd zwar dadurch, dass die auf der Platte ausserhalb der Brennebene in einer Nebenaxe erzeugten Bilder symmetrisch werden. Bei den Objektiven gewöhnlicher Konstruktion, z. B. den nach Fraunhofer's Art berechneten, werden die Bilder eines Pnnktes (Sternes) immer mehr deformirt, je grösser der Abstand von der optischen Axe wird. Zuerst scheinen sie elliptisch zu werden, bei noch grösserem Abstande überzeugt man sich leicht, dass hier nicht eine Ellipse vorliegt, sondern eine sehr komplizirte Figur, die Aehnlichkeit mit einem Kometen hat, und deren grösste Helligkeit — auf dem Negativ der dunkelste Punkt — wie beim Kometen am Orte des Kernes sich befindet. Die hauptsächlichen Fehler beim Ausmessen von Platten, welche mit derartigen Objektiven erhalten sind, entstehen nun dadurch, dass man nicht weiss, auf welchen Punkt des deformirten Bildes man einstellen soll. In geringer Distanz von der optischen Axe ist das scheinbar elliptische Bildchen von gleichmässiger Schwärzung, so dass man den Mittelpunkt einzustellen gezwnngen ist; bei etwas grösseren Distanzen erkennt man allmälig die unsymmetrisch liegende kernartige Verdichtnng und mnss nun auf diese einstellen. Dabei ist der Anblick je nach der Helligkeit der Sterne sehr verschieden, in der Art, dass man für hellere Sterne noch in grösseren Distanzen auf die Mitte einstellt als bei schwächeren. Bei solchen Objektivkonstrnktionen hängen also die systematischen Einstellnngsfehler nicht nur

von der Distanz von der optischen Axe, sondern auch von der Helligkeit der Sterne ab und sind in Folge dessen nicht wohl zu ermitteln. Durch grosse Erfahrung im Ausmessen gelingt es zwar, die oben besprochenen Fehler zum Theil durch geeignete Wahl des zu pointirenden Punktes zu umgehen; eine gewisse Unsicherheit, die Fehler bis zu Zehnteln einer Bogensekunde aufkommen lässt, bleibt aber immer vorhanden. Es ist daher als ein grosser Fortschritt für die messende Himmelsphotographie zu bezeichnen, dass es Steinheil in München gelungen ist, zuerst für photographische Fernrohrobjektive eine Konstruktion gefunden zu haben, welche die aus der Deformation der Sternscheibchen herrührenden Fehler vermeidet. Steinheil legt bei seinen Objektiven die Hauptpunkte in den Nebenaxen so, dass sie sich auf einer Kugelfläche mit der Brennweite als Radius befinden. Dies deckt sich mit der sogenannten Sinusbedingung und hat zur Folge, dass die Punktbilder ausserhalb der Brennfläche auch in den Nebenaxen völlig symmetrisch in Bezug zur optischen Axe sind. Auch bei den Steinheilschen Objektiven werden mit wachsenden Distanzen von der optischen Axe die Sternscheibchen stärker elliptisch; die Figur bleibt aber immer sehr nahe eine Ellipse, und der Punkt der grössten Schwärzung liegt stets genau in der Mitte der Figur. Bei sehr starken Distanzen bis 1°,5 bleiben von der Ellipse schliesslich nur die grosse und kleine Axe, als zwei scharfe, sich normal schneidende Linien übrig, auf deren Kreuzungspunkt noch mit nahe derselben Schärfe eingestellt werden kann als auf die kreisrunden Bilder in der Mitte der Platte. Auch den Herren Henry in Paris ist es neuerdings gelungen, die Symmetrie der seitlichen Bilder sehr nahe zu erreichen, während die von Grubb in Dublin für die photographischen Refraktoren gelieferten Objektive noch nicht die gleiche Vollkommenheit zeigen. Wirkliche Verzeichnungen durch die Objektive, die in merkbarer Weise bis jetzt übrigens noch nicht nachgewiesen werden konnten, werden gleichzeitig mit den Verzerrungen der Gelatineschicht durch ein besonderes Verfahren unschädlich gemacht, durch das Aufkopiren von Gittern, deren Fehler genau bekannt sind; es wird Gelegenheit kommen, über diese Punkte noch ausführlicher zu berichten.

Von grösster Wichtigkeit für die Schärfe der Bilder und damit auch für die Lichtstärke der Refraktoren ist die Ermittlung des Brennpunktes. Die bei optischen Refraktoren hierzu dienenden einfachen Methoden durch Beobachtung der Parallaxe, um das Fadenkreuz genau in die Brennfläche zu stellen, können bei den für die chemisch wirksamen Strahlen geschliffenen Objektiven nicht angewendet werden. Auch selbst unter Anwendung geeigneter Blendgläser, welche nur die blauen und violetten Strahlen durchlassen, lässt sich die Einstellung einer photographischen Platte nur genähert, aber niemals mit der genügenden Genauigkeit ermitteln, und es bleibt nichts anderes übrig, als die Fokalweite direkt durch photographische Aufnahmen zu bestimmen, d. h. in verschiedenen Stellungen des mit einer Skale versehenen Kameraauszuges eine Platte zu exponiren, und aus der Schärfe der Aufnahmen die richtige Stellung zu finden. Da bei Sternaufnahmen der Durchmesser des Sternscheibchens von Helligkeit und Expositionszeit abhängt und man nur nach dem kleinsten Durchmesser die beste Stellung bestimmen könnte, so sind Aufnahmen mit runden Sternscheibchen zur Fokalbestimmung nur wenig geeignet, und man ermittelt dieselbe daher ausschliesslich in der Art, dass man bei feststehendem Fernrohre einen Stern die Platte vermöge seiner täglichen Bewegung passiren lässt. Der Stern hinterlässt

alsdann einen feinen Strich auf der Platte, von genau gleicher Dicke, und an der mehr oder weniger scharfen Begrenzung dieser Striche lässt sich nun sehr genau die richtige Stellung der Platte finden. Die hierzu verwendeten Sterne dürfen nicht zu hell sein, weil sonst schon während des Passirens die Striche zu breit und verwaschen werden. Eine weitere Verfeinerung dieser Methode ist durch Trépied gegeben, der enge Doppelsterne verwendet, deren Spuren auf der Platte bei genauer Einstellung noch eben zu trennen sind, während sie bei geringen Abweichungen hiervon schon ineinander fliessen; besonders gut hierfür geeignet sind solche wie der bekannte Doppelstern γ Virginis. Mit Hilfe der Trépied'schen Methode gelingt es leicht, die wahre Brennweite bis auf ± 0,1 *mm* zu finden. Bei der grossen Genauigkeit, mit welcher die Brennweite bekannt sein muss, ist es natürlich erforderlich, derartige Bestimmungen bei verschiedenen Temperaturen häufiger zu wiederholen, man kann sich dann leicht eine ein für alle Mal giltige Einstellungstabelle herstellen.

Es ist noch zu bemerken, dass es sich empfiehlt, die Platte nicht genau in der optischen Axe die Brennfläche tangiren zu lassen, sondern sie etwas innerhalb des Fokus zu stellen, so dass sie die Brennfläche in einem gewissen Abstande von der optischen Axe durchschneidet. Man erreicht hierdurch ohne merkliche Verschlechterung der in der Mitte der Platte befindlichen Bilder ein etwas grösseres Feld nicht deformirter Bilder. Um eine derartige Stellung der Platte zu erhalten, ist es nur erforderlich, bei der Fokussirung die Sterne grössere Strecken auf der Platte zurücklegen zu lassen, und die Schärfe der Striche nicht in der Mitte, sondern in einem gewissen Abstande — 5′ bis 10′ — zu beurtheilen.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche.

Von
Dr. F. Mylius und Dr. F. Foerster.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Unsere Mittheilung im vorigen Hefte dieser Zeitschrift hat bei einigen Lieferanten der von uns untersuchten Kolben und Flaschen zu missverständlichen Auffassungen Veranlassung gegeben. Wir betonen deshalb noch einmal, dass man durchaus nicht berechtigt ist, aus den von uns angeführten Zahlenwerthen einen Schluss auf die gesammten Erzeugnisse der einzelnen Hütten zu ziehen, schon deshalb nicht, weil in ein und derselben Hütte häufig durchaus verschiedene Glassorten hergestellt werden. Es kam uns ausschliesslich darauf an, den Nachweis zu führen, dass die Unterscheidung einzelner Glasgefässe hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für chemische Zwecke durch einfache Farbenreaktion möglich ist.

Hierbei ist noch zu bemerken, dass die Firma E. Leybold's Nachfolger in Köln uns ersucht hat, zu erklären, dass die auf S. 328 der gedachten Mittheilung von uns erwähnten, alkalireichen Flaschen in Folge eines Missverständnisses eingesandt wären und nur für gewöhnliche technische Zwecke bestimmt seien, daher mit den übrigen dort genannten Gefässen nicht ohne Weiteres verglichen werden könnten. In der That erweist sich eine neue uns vorliegende Sendung von Flaschen aus der nämlichen Bezugsquelle als sehr widerstandsfähig gegenüber der Einwirkung des Wassers.

Referate.

Komparator für physikalische Zwecke.

Von F. Braun. *Wied. Ann.* **41.** *S. 627. (1890.)*

Während die Anwendung der gebräuchlichen Komparatoren gemeinhin eine vertikale oder horizontale Lage der zu messenden Längen voraussetzt, soll der vom Verf. in Gemeinschaft mit dem Universitätsmechaniker Herrn Albrecht in Tübingen konstruirte Apparat dazu dienen, Entfernungen zweier beliebig zu einander liegenden Punkte im Raum bis zu Längen von 400 *mm* zu bestimmen. Entsprechend diesem besonderen Zweck muss die Visireinrichtung alle Lagen im Raum annehmen können, was durch Drehung um zwei zu einander rechtwinkelige Axen, die Vertikalaxe xx und die Horizontalaxe yy (Fig 1) erreicht wird. Die durch zwei auf einem Dreikantprisma verschiebliche Mikroskope gebildete Visireinrichtung, mittels deren die zu messende Länge mit entsprechenden Längen auf einem am Komparator selbst gelagerten Maassstabe verglichen werden soll, lässt sich zu letzterem Ende in der Buchse D um die Mittellinie zz des Prismas als Axe drehen. Die Ausführung des Apparates im Einzelnen wird durch die nebenstehende Figur 2 veranschaulicht.

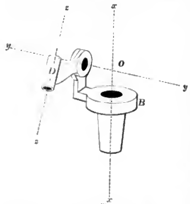


Fig. 1.

In einem kräftigen gusseisernen Dreifuss A ist um die Vertikale das mittels der Schraube a zu klemmende, mittels der Schraube b mit Gegenfeder fein stellbare Axenstück B drehbar. Auf dessen oberer Platte ist ein die Horizontalaxe (yy Fig. 1) enthaltendes Winkelstück C mit seinen beiden hinabgehenden Lappen befestigt. Mit diesem kann der das Prisma P in den Buchsen $D\,D$ tragende Rahmen E mittels der Schraube c geklemmt werden, worauf mittels Schraube d mit Gegenfeder die feine Einstellung bewirkt wird. Der in Millimeter auf Silber getheilte Maassstab SS wird von einem Schlitten getragen, der an einem in der Horizontalaxe (yy) konzentrisch eingeschliffenen Konus e unter Vermittelung eines Winkelstücks befestigt ist. Er wird mittels der Messschraube m verschoben.

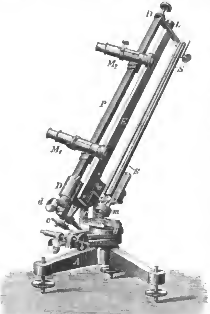


Fig. 2.

Um eine beliebige Länge im Raum zu messen, stellt man nach Entfernung des den Maassstab tragenden Schlittens das Mikroskop M_1 auf den Durchschnittspunkt der Vertikal- und Horizontalaxe (O in Fig. 1) ein, welcher durch die Spitze eines in eine zentrische Bohrung von B einzusetzenden Stiftes bezeichnet wird. Alsdann bringt man durch Heben und Verschieben des auf einem passend eingerichteten stellbaren Tische

aufzustellenden Apparates den Anfangspunkt der zu messenden Strecke an die Stelle der Spitze und giebt alsdann dem Prisma P durch Drehung um Vertikal- und Horizontalaxe eine solche Richtung, dass nun der Endpunkt mit dem passend verschobenen Mikroskop M_2 scharf gesehen wird. Behufs leichterer Auffindung dieser Stellung sind die Objektive der Mikroskope in einer drehbaren Scheibe nach Art der Revolverköpfe befestigt, die nach Halbdrehung an die Stelle des Objektivs eine feine Oeffnung treten lässt. Dadurch entsteht nach Herausnahme des Okulars aus dem Mikroskop ein Diopter. Sind beide Endpunkte der zu messenden Strecke scharf eingestellt, so wird der Maassstab wieder an seine Stelle gebracht und auf diesem die der nunmehrigen Entfernung der beiden Mikroskope entsprechende Länge in Millimetern gemessen. Zu diesem Ende ist der Maassstab mittels der Mikrometerschraube m von 1 *mm* Ganghöhe verschieblich, deren Trommel ausserdem für sich auf der Schraube mit sanfter Reibung drehbar ist. Durch Drehung der Schraube bringt man zunächst einen Theilstrich mit dem Fadenkreuz des Mikroskopes M_1 zur Koinzidenz, dreht die Trommel in die Nullstellung und stellt dann durch Drehung der Schraube den zunächstliegenden Theilstrich im Mikroskop M_2 ein.

Die Messung horizontal oder vertikal gerichteter Strecken ist insofern bequemer auszuführen, als hier die Einstellung des Mikroskops M_1 auf den Mittelpunkt der Drehbewegungen und das dadurch bedingte zeitweilige Entfernen des Maassstabes in Fortfall kommt. Man bedarf hier nur einer Drehung des horizontal bezw. vertikal (nach der Libelle L) gestellten Prismas P um seine Axe, um die Visur von der zu messenden Strecke auf den Maassstab zu übertragen.

Betreffs der Leistungen des Apparates, bei dem eine Genauigkeit von 0,01 *mm* angestrebt war, verweist Verf. auf eine Untersuchung, welche W. Negbauer mit demselben ausgeführt hat. Die bezüglichen Mittheilungen (*Wied. Ann.* ***41.*** *S. 634*) beschränken sich jedoch auf eine genäherte Bestimmung der Genauigkeit, mit der man mittels der Mikrometerschraube m die Striche des Maassstabes einstellen bezw. auf die anzuvisirenden Objekte (hier Kokonfäden) pointiren konnte. Diese Genauigkeit lag innerhalb der Grenze von 0,01 *mm*. Dagegen fehlt ein Anhalt über die von der Durchbiegung beeinflusste Genauigkeit, mit welcher die Uebertragung einer anvisirten Strecke auf den Maassstab erfolgt. Es ist klar, dass in verschiedenen Neigungen Maassstab und Prisma verschiedene Durchbiegungen erfahren. So lange an die Stelle der zu messenden Strecke nach Einstellung der Mikroskope auf ihre Endpunkte der Maassstab tritt, kommt nur die Durchbiegung des letzteren in Frage. Der Einfluss dieser Fehlerquelle auf die Längenangaben dürfte bei 400 *mm* im Maximum 0,02 *mm* betragen; derselbe könnte aber durch Anwendung eines in der neutralen — dehnungsfreien — Schicht getheilten Maassstabes bis auf zu vernachlässigende Grössen gänzlich beseitigt werden. Die Biegung des Prismas kommt wesentlich nur bei Verwendung des Apparates als Horizontalkomparator in Frage, wobei man die Mikroskope beim Visiren auf den Maassstab vertikal richten muss, während sie beim Anvisiren der Strecke eine grössere oder geringere Neigung gegen die Vertikale haben müssen. Dabei wird in verschiedenen Phasen der Drehung des Prismas P um seine Axe die Entfernung der Mikroskopaxen, beziehungsweise die parallele Stellung derselben verändert, was in der Wirkung auf eines hinauskommt. Denn die Kombination beider Veränderungen bewirkt gewisse Uebertragungsfehler, welche sich allerdings durch geeignete Form und Anordnung von Führungskörper und Mikroskophalter nahezu beseitigen, durch Verbindung von Kollimatoren mit den Mikroskopen streng berücksichtigen lassen würden.

Die letzteren Erwägungen würden jedoch nur bei der Konstruktion eines Komparators am Platze sein, welcher die gleichen Zwecke auf bequemerem Wege d. h. ohne Abnahme des Maassstabes und zugleich mit wesentlich erhöhter Genauigkeit erreichen lassen soll. Der vorliegende Apparat aber darf in der ihm von Prof. Braun gegebenen Form als ein sehr nützliches Hilfsmittel für den messenden Physiker bezeichnet werden, welcher je länger je mehr auf die Erstrebung höherer Genauigkeiten, als sie Stangenzirkel und Kantmaassstab ergeben und auf möglichst direkte Bestimmung seiner Grössen

angewiesen ist. Wo bisher grössere Genauigkeiten erforderlich waren, mussten sie gemeinhin auf viel weniger einfachem Wege, als dem hier beschrittenen, gewonnen werden.

B. Pensky.

Apparat zur graphischen Darstellung der Mondbahn.

Von H. Friedel *in Jena. Prakt. Physik. 4. S. 165. (1891.)*

Der Apparat besteht aus zwei Theilen, aus einer für gewöhnlich zusammen geklappten, beim Gebrauch auf einem Tische auszubreitenden Pappe, welche auf einer Seite durch einen Kreisbogen von 1,85 *m* Radius und 1,10 *m* Länge begrenzt wird. Auf diesem Bogen wird eine Kreisscheibe von 15 *cm* Halbmesser fortgerollt. Aus dem Verhältniss der beiden Radien ergiebt sich, dass die Scheibe auf dem als vollständig gedachten grossen Kreis 12,3 Umläufe machen müsste, um an die Ausgangsstelle zurück zu gelangen. Im Mittelpunkt der Scheibe befindet sich ein Stift, der beim Fortrollen der Scheibe einen die Erdbahn darstellenden Kreis beschreibt. Die Mondbahn dagegen wird durch einen um 5 *mm* vom Mittelpunkt der Scheibe abstehenden Stift beschrieben, welcher sich beim Fortrollen der Scheibe natürlich um den anderen Stift dreht und zwar während eines Umlaufes der Erde um die im Mittelpunkt des grossen Kreises gedachte Sonne 12,3 mal. Das Verhältniss der Entfernung des Mondes von der Erde zu der Entfernung der Erde von der Sonne ist hierbei, wie sich aus den angeführten Zahlen ergiebt und wie es auch der Wirklichkeit entspricht, zu 1 : 400 angenommen. Aus der die Mondbahn darstellenden Figur ersieht man die Richtigkeit der zuerst leicht befremdlich erscheinenden Thatsache, dass die Bahn des Mondes während seiner Bewegung um die Erde nach der Sonne zu immer konkav und nur bald stärker bald schwächer gekrümmt ist.

Damit die beiden Stifte gut schreiben, werden sie durch Federn gegen die Unterlage gedrückt. Ferner lässt sich die Stellung des die Mondbahn aufzeichnenden Stiftes ändern, so dass das Verhältniss der Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde ein anderes wird. Macht man dasselbe grösser als 1 : 200, so entsteht eine gedehnte Epizykloide; bringt man den Stift in die Peripherie der fortzurollenden Scheibe, so bekommt man die mit einer Spitze versehene, sogenannte gemeine Epizykloide, wie sie ein Nagel im Reifen eines Rades beschreibt. Entfernt man den Stift noch weiter vom Mittelpunkt, so entsteht die verschlungene Epizykloide.

Auf die Friedel'sche „Mondbahnscheibe" sei besonders deshalb die Aufmerksamkeit gelenkt, weil man in der Regel die Mondbahn falsch dargestellt sieht. Die gedehnte Epizykloide findet sich meist in den Lehrbüchern und Atlanten angegeben; auch der Mondbahnzirkel von Hippauf liefert sie; die gemeine Epizykloide giebt Mädler in seiner „Populären Astronomie" fälschlich als die Mondbahn an, die verschlungene kommt in der Regel bei Tellurien und Lunarien vor.

Wohl aber finden sich gedehnte und verschlungene Epizykloiden in der Natur bei den Bahnen der Monde der übrigen Planeten, und sogar nur solche, während eine Bahn, wie sie unser Mond in Bezug auf die Sonne beschreibt, bei keinem anderen Mond unseres Planetensystems vorkommt.

Der Apparat wird von Mechaniker G. Gehricke in Jena für 9 Mk. angefertigt und versandt.

Kn.

Apparat zur Vorausbestimmung der Gezeiten.

Von G. H. Darwin. *Nature. 43. S. 609. (1891.)*

In einem längeren, lichtvollen Aufsatz über die Gezeiten giebt der auf diesem Gebiet rühmlichst bekannte Verfasser die Prinzipien eines von Légé nach den Angaben von Sir William Thomson und Roberts konstruirten Apparates an, welcher zur Vorausbestimmung von Ebbe und Fluth dient. Zum Verständniss dieser Prinzipien mögen jedoch erst einige Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Bekanntlich entstehen die Gezeiten dadurch, dass die Wassermassen der Erde in Folge der Anziehung von Mond und Sonne die Gestalt eines Ellipsoides annehmen, welches mit seiner grossen Axe nach dem anziehenden Himmelskörper gerichtet ist. Die Lage und Gestalt der beiden von dem Mond und von der Sonne bedingten Ellipsoide ist natürlich, abgesehen von den beträchtlichen durch die Ländermassen hervorgerufenen Störungen, von der Stellung der beiden Himmelskörper zur Erde abhängig und mit ihr veränderlich. Bewegt sich z. B. der Mond bald rascher, bald langsamer, so wird auch das von ihm bedingte Ellipsoid bald rascher, bald langsamer rotiren, und ändert er seine Deklination, so wird auch die grosse Axe des Ellipsoides ihre Neigung gegen den Aequator ändern; von seiner grösseren oder geringeren Entfernung aber wird die Gestalt, besonders die Exzentrizität des Ellipsoides abhängen.

Es lässt sich nun mathematisch beweisen, dass derselbe Effekt, welcher durch solche sich mit ungleichförmiger Geschwindigkeit bewegende, ihre Gestalt und ihre Lage zum Aequator ändernde Ellipsoide hervorgebracht wird, auch erzielt werden kann durch eine grössere Zahl, in unserem Fall etwa zwanzig sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegende, ihre Gestalt und ihre Lage zum Aequator nicht ändernde Ellipsoide. Die komplizirte Bewegung des die Gezeiten verursachenden, seine Gestalt immer wechselnden Flüssigkeitskörpers lässt sich also in eine Anzahl harmonischer Bewegungen starrer Ellipsoide analysiren und auf dieser Möglichkeit beruht die Konstruktion des „harmonischen Analysators“.

Im Wesentlichen besteht derselbe aus einem System von Rollen, über welche eine Schnur fortgeleitet wird, die an einem Ende fest ist, am anderen Ende aber eine Schreibfeder trägt, welche die Wasserstandsverhältnisse durch eine Kurve auf einem um eine rotirende Trommel gelegten Papierstreifen darstellt. Denkt man sich die sämmtlichen Rollen mit Ausnahme einer einzigen fest, diese aber sich periodisch auf und ab bewegend, so wird die Feder eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung und von halb so grosser Amplitude wie die Rolle ausführen. Haben sämmtliche Rollen eine auf- und niedergehende periodische Bewegung, so wird die Feder alle diese Bewegungen addirt auf dem sich vor ihr vorbei bewegenden Papierstreifen aufzeichnen.

Bis jetzt ist nur ein einziger derartiger Apparat ausgeführt worden. Die Kosten beliefen sich auf einige Tausend Pfund Sterling. Seine Benutzung erfordert Vorsicht und Geschicklichkeit. Er wird gebraucht zur Vorausbestimmung der Gezeiten von 31 Häfen des Indischen Oceans, da gerade für dieses auf drei Seiten von Land eingeschlossene Meer die Gezeitenverhältnisse besonders komplizirte sind. In vier Stunden ist es möglich, mit dem Apparat die Gezeitenkurve für ein Jahr herzustellen. Die Genauigkeit, mit welcher der Apparat arbeitet, ist eine sehr befriedigende, der durchschnittliche Fehler der Zeitangaben für Hochwasser beläuft sich bei einer vom Verfasser angeführten Beobachtungsreihe auf etwa 8 Minuten, derjenige der Höhenangaben auf etwa 5 *cm*. *Kn.*

Pyrometrisches Sehrohr (*Lunette pyrométrique*) von Mesuré und Nouel.

Von C. Ernst. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. S. 533. (1890.)*

Die Bestimmung des Hitzegrades glühender Körper geschieht in der Technik gewöhnlich durch unmittelbare Beobachtung ihrer Glühfarbe. Da diese Beobachtungsweise natürlich äusserst unzuverlässig ist, wird für Metallhütten, Raffinir- und Walzwerke, Glashütten, keramische Fabriken u. dergl. die Benutzung des pyrometrischen Sehrohres empfohlen. Seine wesentlichen Bestandtheile sind zwei Nikol'sche Prismen, der Analysator und der Polarisator, zwischen denen sich eine senkrecht zur Axe geschliffene Quarzplatte befindet. Der Analysator ist mit einem Theilkreis verbunden, dessen Index auf 0 zeigt, wenn die Hauptschnitte beider Nikols einen Winkel von 90° bilden. Um die Richtigkeit des Nullpunktes zu prüfen, kann man die Quarzplatte herausnehmen.

Bei der Beobachtung richtet man das Rohr auf den glühenden Körper und dreht den Analysator so lange, bis bei einer kleinen Drehung der Farbenton von grün in roth übergeht. Auf die dazwischen liegende zitronengelbe Farbe wird eingestellt und der Index abgelesen.

Für ein auf der Hütte zu St. Jaques in Montlaçon benutztes Sehrohr gilt die Tafel:

Einstellung	Temperatur	Glühfarbe
33°	800° C	
40	900	kirschroth
45	1000	hellroth
52	1100	dunkelorange
61	1200	hellorange
62	1300	weiss
66	1400	
69	1500	

Natürlich hängen die Einstellungswinkel von der Dicke der benutzten Quarzplatte ab.

Zu beziehen ist das Sehrohr durch die Firma Lenoir & Forster in Wien.

E. Br.

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der angewandten Optik. Von Dr. Ad. Steinheil und Prof. Dr. E. Voit. I. Band. Voraussetzung für die Berechnung optischer Systeme und Anwendung auf einfache und achromatische Linsen. Leipzig. B. G. Teubner 1891. 314 S. VII Taf.

Wir hatten auf oben genanntes Werk bereits vor seinem Erscheinen die Leser dieser Zeitschrift aufmerksam gemacht (*diese Zeitschr. 1889. S. 379*) und Zweck und Inhalt desselben mitgetheilt. Wir haben diesen Mittheilungen jetzt, wo der erste Band des breit angelegten Werkes fertig vor uns liegt, nicht viel hinzuzufügen. Eine eigentliche Kritik des Buches ist der Natur der Sache nach hier nicht wohl angebracht. Denn einerseits verbürgt der Name besonders des erstgenannten Autors, dass alle von ihm ausgehenden Mittheilungen sachlich zutreffend und praktisch brauchbar sind, da er ja unter Benutzung der hier mitgetheilten Methoden alle die zahlreichen Konstruktionen errechnet hat, welche der von ihm geleiteten Firma einen Weltruf verschafft haben; andererseits lassen sich die in vorliegendem Werke dargelegten Rechnungsverfahren auch nur sehr schwer mit anderen vergleichen, da bekanntlich ein Jeder mit dem Verfahren am weitesten kommt, in welchem er die meiste Uebung besitzt.

Zur Ergänzung der früheren Ankündigung mögen die *Erläuterungen* dienen, mit welchen Dr. Steinheil sein Werk der Münchener Akademie der Wissenschaften überreicht hat, welche wir daher hier wiedergeben:

Das Handbuch der angewandten Optik soll ein Hilfsbuch für den Optiker sein, dem zu seinen Arbeiten bislang eine zusammenhängende und die neueren Untersuchungen berücksichtigende Anleitung mangelte. Es darf der Ausspruch Fraunhofer's, dass für den ausübenden Optiker allein die Dioptrik Klügel's etwas Brauchbares liefere, noch heute als zutreffend bezeichnet werden, obwohl seitdem die bahnbrechenden Arbeiten Fraunhofer's selbst, sodann die eines Bessel, Gauss, Helmholtz, Seidel und anderer erschienen sind. Wir waren bemüht, in dem Handbuche die Resultate dieser Untersuchungen auch demjenigen zugänglich zu machen, der ausgerüstet mit den Hilfsmitteln der Algebra und Trigonometrie sich der Herstellung der optischen Instrumente widmen will.

In den einleitenden Kapiteln geben wir zuerst erprobte Methoden zur Orientirung und numerischen Bestimmung der optischen Eigenschaften der Glassorten.

Sodann stellen wir, auf die analytischen Methoden fussend, die Anschauungen zusammen, welche zur Orientirung über die Eigenschaften der optischen Systeme sowie über die von den Bildern zu erfüllenden Bedingungen dienen.

Hierbei unterlassen wir es, auf eine strenge mathematische Beweisführung einzugehen, indem wir es dem hiefür sich Interessirenden überlassen, in der einschlägigen Literatur sich Rath zu erholen.

Wir schliessen uns in diesem Theile unseres Buches eng an die von Gauss eingeführten Betrachtungen an, nur in einem wesentlichen Punkte weichen wir ab, beziehungsweise erweitern wir die Gauss'sche Theorie.

Gauss und alle Nachfolger desselben nehmen an, dass bei einem idealen optischen Systeme die Anfangspunkte der Brennweiten für verschiedene Oeffnungen in einer zur Axe des Systems senkrechten Ebene (der Hauptebene) liegen. Nach dieser Annahme ist die Brennweite bei grösserer Oeffnung länger als die bei kleinerer; wenn man dagegen die von dem Brennpunkte aus mit dem Radius gleich der wahren Brennweite gezogene Sphäre als Ort der Anfangspunkte der Brennweiten (als Hauptsphäre) betrachtet, erhalten alle Brennweiten des idealen Systemes gleichen numerischen Werth.

Diese letztere von uns adoptirte Anschauung ist dann mit der Gauss'schen übereinstimmend, wenn die Brennweite des optischen Systemes unendlich lang, oder die Oeffnung desselben so klein angenommen wird, dass die Hauptsphäre durch die in der Axe tangirende Ebene, die Hauptebene, ersetzt werden kann.

So treffliche Dienste die analytische Methode für die Betrachtung der Leistung eines gegebenen optischen Systemes liefert, so wenig ist dieselbe verwendbar, um die Elemente eines neu herzustellenden optischen Systemes, das bestimmten Anforderungen entsprechen soll, zu ermitteln.

Die bei Berechnung neuer optischer Systeme zu lösende Aufgabe stellt so hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Vereinigung der Strahlen, dass bei direkter Lösung, wegen der vorkommenden transzendenten Funktionen, Gleichungen von höherem als 4. Grade erhalten würden. Es muss deshalb eine numerische Lösung durch geschickte Annäherung angewendet werden.

Da ausserdem eine Reihe von Bedingungen sich nicht allgemein einführen lassen, wie z. B. kleinste Entfernung zweier Flächen, die eine positive Luftlinse einschliessen u. s. w. und da ferner von den vielen in Betracht kommenden Bedingungen nur einzelne streng erfüllt werden können, andere dagegen in den Grössen der übrig bleibenden Fehler gegeneinander abgeglichen werden müssen, so wird eine allgemeine Lösung derart komplizirt, dass die Rechnung nicht mehr durchführbar ist.

Deshalb erscheint es praktischer, in der Art vorzugehen, dass durch trigonometrische Rechnung die einzelnen Bedingungen nacheinander erfüllt werden und bei der Einführung jeder neuen Bedingung die schon vorher eingeführten erfüllt bleiben.

Die richtige Wahl, in welcher Reihenfolge die Bedingungen in die Rechnung gebracht werden, ist sehr wichtig und von uns an einigen Beispielen erläutert.

Aus den späteren Kapiteln des Buches heben wir die nach der oben erwähnten trigonometrischen Rechnungsmethode hergestellten Tabellen hervor.

Die erste Tabelle liefert für Linsen von gleicher Brennweite den Einfluss der Oeffnung; und dann für Linsen von gleicher Brennweite und Oeffnung den Einfluss der Linsenform, der Glassorte und der Linsendicke auf die übrig bleibenden Fehler im Bilde von Objektpunkten in und seitlich von der Axe.

Die zweite Tabelle ist von grösserer Bedeutung; für diese sind Doppellinsen gerechnet, alle von gleicher Oeffnung und Brennweite, sowie frei von Farben- und Kugelgestaltfehlern; und es ergaben sich die bei verschiedenen Linsenformen übrig bleibenden Fehler in Bezug auf Verzerrung, Farbenvergrösserung und Kugelgestaltfehler für eine zweite Farbe.

In einer späteren Auflage hoffen wir, diese, langwierige Rechnungen bedingende Tabelle dahin erweitern zu können, dass auch der Einfluss der Glassorten, sowie der der Linsendicken und Abstände hervortritt.

Zu Obigem möchte ich mir nur in Bezug auf einen Punkt eine Bemerkung erlauben, auf die vermeintliche Erweiterung der Gauss'schen Theorie auf Systeme endlicher Oeffnung. In Bezug auf diese bin ich wesentlich anderer Meinung als die Verf. Die Auseinandersetzung hierüber würde an dieser Stelle zu weit führen, mag daher späterer Gelegenheit vorbehalten bleiben. Als litterarhistorisches Faktum möchte ich hier nur

hervorheben, dass die von den Verf. eingeführte Bestimmungsweise der Brennweiten, wenn man dieselbe soweit beschränkt, als dies meines Erachtens nothwendig ist, bereits in der berühmten Abhandlung von Clausius „Ueber die Konzentration der Wärme und Lichtstrahlen" (*Pogg. Ann.* ***121.*** *S. 1. 1864*), dort freilich nur implizite, ausgesprochen ist. Unabhängig von diesem und von einander wurde dann die „Sinusbedingung" — und auf diese kommt jene Erweiterung ja praktisch hinaus — entdeckt und ausdrücklich als nothwendige „Bedingung des Aplanatismus" hingestellt von Abbe (*Arch. f. mikr. Anat.* ***9.*** *S. 413. 1873* und Carl's *Repert. f. Exp. Physik.* ***16.*** *S. 303. 1881*) und Helmholtz (*Pogg. Ann. Jubelbd. S. 557. 1874*). *S. Czapski.*

H. Schroeder. Die Elemente der photographischen Optik. Gemeinverständliche Darstellung der Einrichtung photographischer Linsensysteme, sowie Angabe über Prüfung derselben, nach dem neuesten Stande der Wissenschaft bearbeitet. Zugleich als Ergänzungsband zu Vogel's Handbuch der Photographie, 4. Aufl. Berlin, Oppenheim. M. 6,00. (Eine Besprechung des Werkes ist in Vorbereitung. D. Red.)

G. Lieckfeld. Der Gasmotor und seine Verwendung in der Praxis. Hannover. M. 5,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Der dritte Deutsche Mechanikertag zu Frankfurt a. M.

Der in der Zeit vom 3. bis 6. September in Frankfurt a. M. abgehaltene dritte Deutsche Mechanikertag hat als sein wichtigstes Ergebniss die endgiltige Bildung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in ihrer ganz Deutschland umfassenden Form zu verzeichnen. Die wissenschaftliche und technische Pflege der Präzisionstechnik, welche bisher wesentlich nur von einem engeren Kreise von Fachgenossen und Freunden der technischen Kunst gefördert wurde, ist damit in die Hände der gesammten Deutschen Mechaniker und Optiker gelegt. Möge diese Erweiterung, die auch der wirthschaftlichen Verwerthung dieses wichtigen Kunstgewerbes zu Gute kommen soll, in der Zukunft reiche Früchte tragen! Die Aussichten zur Erreichung dieses Zieles sind nicht unerfreuliche. Dass das Interesse für die gemeinsamen Bestrebungen unter den deutschen Fachgenossen im Wachsen begriffen ist, dafür legte der im Vergleiche zu den ersten Mechanikertagen recht rege Besuch Zeugniss ab.

Ueber die Verhandlungen wird ein eingehender Bericht im Vereinsblatte gegeben werden; wir können es uns deshalb versagen, über die Verhandlungen zu berichten und wollen nur bemerken, dass die technisch-wissenschaftlichen Vorträge demnächst in dieser Zeitschrift Veröffentlichung finden werden.

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Perspektivlineal. Von R. Krieghammer, Architekt, Assistent an der k. k. techn. Hochschule in Wien. K. 8768. Kl. 42 Einspruchsfrist vom 17. Sept. bis 12. Nov. 1891.[1])

Bei perspektivischen Konstruktionen handelt es sich oft darum, viele konvergente Linien nach einem Punkte zu ziehen, welcher sich ausserhalb des Bereiches der gewöhnlichen Konstruktionsmittel, ja selbst ausserhalb des Arbeitsraumes befindet, auf den man bei der Zeichnung angewiesen ist.

Der Zweck der vorliegenden Erfindung ist nun, dem Zeichner ein leicht zu führendes Instrument an die Hand zu geben, welches unter den erwähnten Umständen das Ziehen kon-

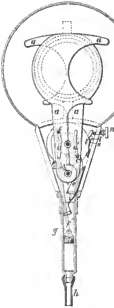
[1]) Etwaige nach Ablauf der Einspruchsfrist beim Patentamte eingehende Beschwerden werden zwar dem Einsender gegenüber formell zurückgewiesen, doch kommt der materielle Inhalt des Einspruchs in der etwa 4 Wochen nach Ablauf der Einspruchsfrist stattfindenden Spruchsitzung zur Erwägung.

vergenter Linien ermöglicht, wobei die Richtungslinie des Konvergenzpunktes, d. h. eine durch denselben gehende Linie, sowie seine Entfernung von einem bestimmten Punkte dieser Linie als gegeben vorausgesetzt sind.

Dieses Instrument besteht im Wesentlichen aus zwei Schenkeln, die durch ein Scharnier gelenkig mit einander verbunden sind, welch' letzteres längs der Kante eines zum Ziehen der Konvergenzlinien dienenden Lineals derart verschoben werden kann, dass bei jeder Stellung der beiden Schenkel der von den beiden eingeschlossene Winkel von der Linealkante halbirt wird.

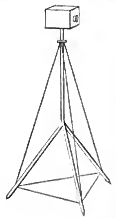
Die Vorrichtung gleitet mit den beiden Schenkeln an zwei in bestimmter Entfernung symmetrisch zu der gegebenen Richtungslinie gelegenen und durch Stifte markirten Punkte derart, dass die Kante des Lineals bei entsprechender Einstellung der Schenkel in allen Lagen gegen den gegebenen Punkt hin konvergirt.

Objektivverschluss für photographische Apparate. Von Georg Rosenmüller in Dresden Neustadt Hauptstr. 18. R. 6747. Einspruchsfrist vom 31. Aug. bis 25. Okt. 1891.



Patentanspruch: Ein Objektivverschluss für photographische Apparate, bei welchem ein durch Luftdruck betriebener Kolben ff' unter dem Einfluss einer Feder s abwechselnd zwei Schubstangen ee' vorschiebt, deren Kurbelzapfen cc mittels winkelförmiger Schlitze $a'a'$ auf die schwingenden Verschlussschieber aa derartig einwirken, dass bei vollem Kolbenhube dieselben die Objektivöffnung momentan freigeben und wieder schliessen, während bei Vorschub einer Klinke l die Belichtung während einer beliebig langen Zeitdauer dadurch ermöglicht wird, dass die Kurbeldrehung über die Offenstellung der Schieber hinaus nach einer Richtung verhindert wird, wobei dann das Schliessen der Schieber durch einen zweiten Vorschub des Kolben erfolgt.

Zusammenlegbares Stativ für geometrische und photographische Instrumente. Von Joh. Unte, Berlin SO., Köpnickerstr. 127II. U. 729. Einspruchsfrist vom 20. Aug. bis 14. Okt. 1891.



Patentanspruch: Ein Stativ, welches aus vier Stäben sowie aus sechs gespannten Fäden besteht, die in geschlossenem Zustande Form und Grösse eines gewöhnlichen Stockes annehmen und aufgestellt ein in jeder Lage starres pyramidenförmiges System bilden.

Während ein Stativ für geometrische oder photographische Zwecke in der Regel eine dreiseitige Pyramide bildet, deren aufgehende Kanten durch feste Stäbe gebildet werden, stellt das neue Stativ die Pyramide in der Weise her, dass innerhalb derselben ein System von vier festen Stäben nach den vier Ecken von einem fünften Punkte ausgeht und gespannte Fäden die sechs Kanten der Pyramide bilden. Bei richtig abgepasster Länge der Stäbe und Fäden bewirkt die Spannung eines einzigen Fadens die Feststellung des ganzen Systems.

Lagerung für Elektrizitätszähler mit kreisendem Anker. Von Francis Teagne in London, Acme Electric Works, Ferdinandstreet. T. 3077. Kl. 21. Einspruchsfrist vom 17. Sept. bis 12. Nov. 1891.

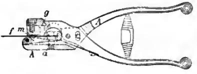
Patentansprüche: 1. Bei Elektrizitätszählern, bei welchen die Bewegung durch die Einwirkung des elektrischen Stromes auf einen beweglichen, im Stromkreise liegenden Leiter hervorgerufen wird, die Anordnung der Spurpfanne des Spurlagers in einer im Boden des Ankers

befindlichen Aushöhlung zu dem Zweck, durch die in der Aushöhlung befindliche Luft das den Spurzapfen umgehende Quecksilber von der Berührungsstelle des Zapfens mit der Pfanne fern zu halten.

2. Behufs Entlastung des Spurzapfens bei der im Patentanspruch 1 angegebenen Lagerung des Ankers die in der Richtung der Drehaxe verstellbare Anordnung des Quecksilbergefässes zu dem Zweck, den im Quecksilber schwimmenden Anker mehr oder weniger vom Spurzapfen abzuheben.

B. Ertheilte Patente.

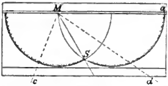
Fahrkarten-Loch- und Stempelzange. Von der Gandenberger'schen Maschinenfabrik G. Goebel in Darmstadt. Vom 16. September 1890. Nr. 56100. Kl. 42.



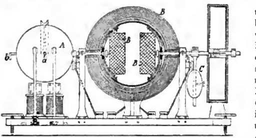
Im Untertheil A der Zange ist zur Aufnahme der Fahrkarte f die geschlitzte Auflage m drehbar gelagert, welche behufs Durchlochens der Karte mit Hilfe des am Prägehebel befindlichen und beim Zusammendrücken der Griffenden auf der Karte aufsitzenden Stempels g gegen den Lochstift a gedrückt wird. Es ist also unmöglich zu lochen, ohne dass die Stempelvorrichtung g auf das Billet drückt.

Winkeldrittler. Von Hermes in Danzig. Vom 26. Juli 1890 ab. Nr. 56135. Kl. 42.

Der Winkeldrittler, von welchem die nebenstehende Figur eine besondere Ausführungsform zeigt, beruht auf dem Satze, dass ein Zentriwinkel zweimal so gross ist als der auf gleichem Bogen stehende Peripheriewinkel. Auf den Kreismittelpunkt M wird der Scheitel des zu theilenden Winkels cMd gelegt. Der Mittelpunkt befindet sich in dem Umfang eines gleich grossen zweiten Kreises Ma, so dass durch die eingeritzte Verbindungslinie zwischen dem Schnittpunkte S der beiden Kreise und dem erstgenannten Mittelpunkt der zu drittelnde Winkel im Verhältniss 1 : 3 dann getheilt wird, wenn dessen Schenkel vom Schnittpunkt der beiden Kreise aus gleiche Bogen abschneiden.



Elektrizitätsmesser. Von H. Cahen in Mülheim a. Rhein. Vom 20. September 1890. Nr. 56082. Kl. 21.

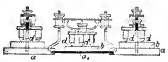


Der wesentlichste Theil des Elektrizitätsmessers ist ein Flüssigkeitsbehälter A, in welchem durch Zufluss von aussen und das Rohr b die Flüssigkeit stets auf gleicher Höhe erhalten wird. Der Behälter A besitzt eine seitliche Ausflussöffnung a und ist drehbar gelagert. An der Drehungsaxe ist ein Gegengewicht C befestigt. Die Drehungsaxe, und mit ihr der Flüssigkeitsbehälter A, steht unter der Wirkung eines Elektrodynamometers B.

Die aus der Oeffnung a abfliessende Flüssigkeitsmenge ist das Maass für die durch das Elektrodynamometer gegangene Elektrizitätsmenge.

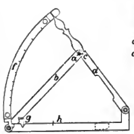
Mikrophon. Von E. Heydler in Dresden. Vom 19. Juli 1890. Nr. 56200. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon besteht die Schallplatte aus einem ringförmigen Theile a aus weniger schwingungsfähigem Stoffe (wie Holz) und aus einem mittleren scheibenförmigen Theile a_1 aus einem Stoffe von hoher Schwingungsfähigkeit (wie Metallblech, Trommelfell oder dergl.). Diese beiden Theile der Schallplatte wirken auf mehrere von einander unabhängige Kontakte bd, und es werden hierdurch an den verschiedenen Kontaktpunkten ungleichartige Widerstände erzielt, wodurch die Empfindlichkeit des Mikrophons erhöht werden soll.



Garnnummerzeiger. Von A. Grosse in Ober-Leppersdorf bei Landeshut in Schlesien. Vom 27. Juli 1890. Nr. 56076. Kl. 42.

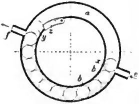
Der Garnnummerzeiger besteht aus einem mit einer Kerbe *g* versehenen Fuss *h*, in welchen die bei *g* ebenfalls gekerbten Stäbe des drehbaren Deckels *b* taschenmesserartig eingreifen. Mit Hilfe des Stiftes *a* wird der Deckel in dem Ausschnitt *c* des Zeigers *d* hochgestellt, um ausgelöst von einer bestimmten Höhe auf die in die Kerbe *g* zu legenden Garnfäden zu fallen, während der Zeiger *d* an dem Stift *a* herabrutscht und auf der auswechselbaren Theilung *f* die Nummer des Garnes anzeigt. — Für jeden Faserstoff ist eine besondere Skale vorhanden, auf welcher jeweils auch angegeben ist, wieviel einzelne Fäden in die Kerbe *g* zu legen sind.





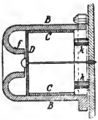
Flüssigkeitsmesser. Von W. Sträter und H. Cerdes in Köln-Ehrenfeld. Nr. 54073. Vom 25. April 1890. Kl. 42.

In dem Rohr *a* befindet sich eine Anzahl Kugeln *b*; *e* ist Eintritt, *f* Austritt der Flüssigkeit. In der gezeichneten Stellung sind die Kugeln mit ihrem Gewicht und der Reibung im Gleichgewicht. Die eintretende Flüssigkeit treibt die Kugel *x* vor sich her. Dabei bringt dieselbe die Zunge *z* zum Ausschlag, welche auf irgend eine Weise mit einem Zählwerke in Verbindung steht. Bei ihrer Weiterbewegung nach *y* stellt die Kugel durch ihre lebendige Kraft oder ihr Gewicht das Gleichgewicht und somit den Anfangszustand wieder her.



Mechanischer Fernsprecher. Von A. Wheeler in Worcester und Fr. W. Moulten in Westhorough, Grafsch. Worcester, Massachusetts, V. St. A. Nr. 54123. Vom 20. Mai 1890. Kl. 42.

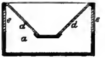
Das Gehäuse *B* dieses Fernsprechers besteht aus Glas und ist an der Vorderseite mit dem ringförmigen Mundstück *f* versehen. In diesem Gehäuse wird die Membran *D* durch den Leitungsdraht gegen einen metallenen, das Gehäuse *B* überall berührenden und auf Glasstollen *k* ruhenden Zylinder *C* gepresst. Durch diese Anordnung sollen die von der Membran auf den Draht zu übertragenden Schallwellen bedeutend verstärkt werden.



Vorrichtung zur Untersuchung von Flüssigkeiten. Von J. Bernström in Stockholm. Vom 31. August 1890. Nr. 55773. Kl. 42.

Diese Vorrichtung beruht auf der Vergleichung des Lichtbrechungsvermögens einer Normalflüssigkeit mit demjenigen einer zu untersuchenden Flüssigkeit.

Das Instrument besteht aus einem prismatischen Gefäss mit durchsichtigen, gegen einander geneigten Seitenwänden *dd*. Durch eine Scheidewand *f* ist das Prisma in zwei nebeneinander liegende Hohlräume *a* und *b* getheilt, von welchen der eine die Normalflüssigkeit, deren Reinheitsgrad u. s. w. früher festgestellt ist, und der andere die zu untersuchende Flüssigkeit aufnimmt.

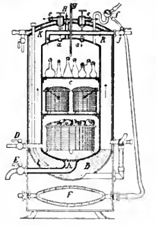




Betrachtet man durch die durchsichtigen Wände *dd* des Prismas bezw. durch die Schaulöcher *ee* eine hinter dem Instrumente befindliche gerade Linie, so wird dieselbe bei gleichem Lichtbrechungsvermögen der beiden zu vergleichenden Flüssigkeiten auch gerade bleiben. Bei ungleichem Lichtbrechungsvermögen der beiden Flüssigkeiten werden Verschiebungen des einen Theiles der Linie nach oben oder unten sichtbar werden, woraus eine Ungleichheit in der Zusammensetzung der beiden Flüssigkeiten abzuleiten ist.

Neuerung an Apparaten zum Desinfiziren mittels gesättigten Wasserdampfes von beliebig hoher Temperatur. Von H. Rohrbeck in Berlin. Vom 17. September 1890. Nr. 55836. Kl. 30.

Der aus der von *F* aus beheizten Flüssigkeit *B* sich entwickelnde Dampf steigt zwischen dem Mantel des Desinfektionsraums *c* und der Aussenwandung des Apparates empor und kühlt sich an der Kühlfläche *K* ab, bevor er durch die Ventile *aa* in den Desinfektionsraum *c* übertritt. Auf diese Weise wird eine Sättigung des Dampfes erzielt. Zur Beobachtung der im Desinfektor *c* herrschenden Spannung und Temperatur ist ein Manometer *f* und ein Thermometer *g* angebracht. Auf diese Weise ist eine Kontrole darüber, ob der in dem Desinfektor arbeitende Dampf thatsächlich gesättigt ist, jeder Zeit möglich. Das Ventil *H* dient dazu, bei etwa entstandenem Unterdrucke Luft in *c* einzulassen. Die Handhabung des Apparates geschieht in folgender Weise: Nachdem die zu desinfizirenden Gegenstände in den Desinfektor *c* eingebracht sind, wird durch Oeffnung der Ventile *aa* Dampf in letzteren eingelassen, wobei die in *c* enthaltene Luft durch das Rohr *b* entweicht. Ist die Luft vollständig entfernt, so wird der Hahn *E* geschlossen, und es kann nun die Spannung in *c* beliebig gesteigert werden. Um auch den letzten Rest der Luft aus den zu desinfizirenden Gegenständen entfernen zu können, wird der Dampf durch Schliessen der Ventile *aa* abgestellt, Hahn *E* geschlossen, die Heizflamme *F* gelöscht und nun in die Kühlvorrichtung *K* kaltes Wasser eingelassen, um den Dampf zu kondensiren. Wird nunmehr von neuem Dampf in den Desinfektor *c* eingelassen, so wird bei geöffnetem Hahn *E* der Rest der Luft durch das Rohr *b* entweichen; hierauf wird dann noch einige Zeit bei geschlossenem Hahn *E* mit Ueberdruck desinfizirt. Die nach beendeter Desinfektion noch erforderliche Trocknung der Objekte wird in der Weise bewirkt, dass die Ventile *aa* geschlossen werden, so dass der Dampf aus den Rohren *ee* nach aussen entweicht. Alsdann werden die Hähne *J* und *D* geöffnet, so dass Luft durch den Desinfektor *c* hindurchströmt. Dieselbe wird durch den das Rohr *R* umgebenden Dampf erhitzt, in Folge dessen eine baldige Trocknung der Desinfektionsobjekte herbeigeführt wird.



Für die Werkstatt.

Rohrzange. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl. No. 21. S. 252.*



Der nebenstehend abgebildete Rohrschlüssel entspricht im Prinzip genau dem in *dieser Zeitschrift, 1888, S. 441* als „Hechtschnauze" beschriebenen Werkzeuge, welches sich wegen seiner relativen Leichtigkeit mehr für kleinere Arbeitsstücke eignet, während das vorliegende mit einer auswechselbaren gezahnten Stahlhacke ausgestattete Werkzeug, das seiner sonstigen Form nach einem Mutterschlüssel ähnelt, mehr für grosse Werkstücke als Gasrohre u. s. w. bestimmt ist. *P.*

Putzmittel. *Bayer. Industrie- und Gewerbebl. No. 21. S. 253.*

Als ein vorzügliches Putzmittel, das sich namentlich für Maschinentheile eignen soll, giebt obige Quelle nach Dr. Stockmeier eine breiige Masse von 5 Theilen Terpentinöl, 25 Th. Stearinöl, 25 Th. feinstem Polirroth und 45 Th. feinster Thierkohle an. Diese Mischung soll mit Spiritus verdünnt und mittels Pinsels auf die zu reinigenden Theile aufgetragen werden. Nach Verdunsten des Weingeistes wird mit einer Mischung von 45 Th. Thierkohle und 25 Th. Polirroth gut trocken gerieben. Stearinöl mit Polirroth und Thierkohle, also ganz feinpulverigen Putzmitteln dürften allein dasselbe leisten. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XI. Jahrgang. **November 1891.** Elftes Heft.



Hermann v. Helmholtz.

Hermann v. Helmholtz.

Am 2. d. M. vereinigen sich Gelehrte aller Nationen und die gesammte gebildete Welt, um Herrn v. Helmholtz zur Feier seines 70. Geburtstages Glückwünsche und Zeichen ihrer dankbaren Verehrung darzubringen. Auch die Zeitschrift für Instrumentenkunde will an diesem Tage nicht fehlen, verdanken doch eben jene wissenschaftlichen und technischen Bestrebungen, in deren Dienst sie sich gestellt hat, der Thätigkeit dieses Mannes befruchtende Anregung und wirkungsvolle Förderung. Seine hervorragendsten Leistungen auf diesem Felde mögen, da zu eingehender Darlegung seiner Verdienste hier nicht der Ort ist, im Folgenden kurz aufgezählt werden.

Als Helmholtz im Beginne seiner wissenschaftlichen Laufbahn es unternahm, Untersuchungen über die Physiologie der Muskeln und Nerven anzustellen, begab er sich auf ein gerade nach der experimentellen Seite hin äusserst schwieriges Gebiet; denn noch wenige Jahre zuvor hatte Johannes Müller daran verzweifelt, dass man jemals etwas über die Geschwindigkeit der Nervenwirkung in Erfahrung bringen könne. Und doch gelang dies Helmholtz, indem er den Pouillet'schen und den Ludwig'schen Zeitmesser derart verbesserte, dass er die Geschwindigkeit der Nervenreizungen und den Verlauf der Muskelzuckungen bestimmen konnte; ausserdem konstruirte er einen thermoelektrischen Apparat zur Messung der Wärmeentwicklung bei der Muskelaktion.

Noch reichere Früchte trugen der Mechanik Helmholtz' Untersuchungen auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie und seine Forschungen über die Natur des Lichtes und des Schalles. — Jeder, auch wer den Naturwissenschaften durchaus fern steht, kennt ihn als den Erfinder des Augenspiegels, der segensreichsten seiner Schöpfungen, durch welchen er nicht nur den Grund zu einer exakten Augenheilkunde legte, sondern sogar der inneren Medizin ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel in die Hand gab. Hier wie bei vielen anderen Helmholtz'schen Apparaten, zu deren Konstruktion er zunächst durch rein wissenschaftliche Absichten geführt wurde, erweist es sich, dass dieselben auch für die Praxis von hervorragender Wichtigkeit wurden. So ist das Ophthalmometer, mit dem er die Krümmung der brechenden Flächen des Auges bei den verschiedenen Akkomodationszuständen maass, eines der wichtigsten Untersuchungsmittel des Augenarztes geworden; in gleicher Weise dient sein Farbenmischapparat auf der einen Seite rein wissenschaftlichen Studien über die Zusammensetzung der Farben, auf der anderen wird er zur Bestimmung der Farbenblindheit benutzt. Auch das Helmholtz'sche Leukoskop gestattet sowohl die Zusammensetzung verschiedener Lichtquellen zu studiren, als auch die Farbenempfindlichkeit verschiedener Augen zu messen. Weniger im Gebrauche ist sein Telestereoskop, durch welches entfernte Gegenstände plastisch erscheinen; Helmholtz hat zwei Formen dieses Apparates angegeben, die eine bewirkt lediglich körperliches Sehen durch eine Kombination von Spiegeln, während die andere durch Einfügung von Linsensystemen zugleich eine Vergrösserung herbeiführt.

Mehr auf dem Boden der reinen Wissenschaft stehen Helmholtz' akustische Apparate. Seine elektromagnetische Stimmgabel freilich, welche beliebig lange in unveränderter Schwingung erhalten werden kann, wird in allen jenen auch in der Praxis so häufigen Fällen benutzt, in denen es darauf ankommt, schnelle periodische Bewegungen gleichmässig und andauernd zu erzielen. Eine

hervorragende Anwendung derselben für einen wissenschaftlichen Zweck hat **Helmholtz** selbst in seinem **Vibrationsmikroskop** gezeigt, mit welchem er die Schwingungen der Saiten studirte. Zu den von ihm erfundenen akustischen Apparaten gehören ferner die **Resonatoren**, welche aus einer Masse zusammenklingender Töne einen einzelnen mit besonderer Deutlichkeit zu Gehör bringen, und die **Doppelsirene**, die umgekehrt einfache Töne beliebig zusammenzusetzen gestattet. — Aber nicht allein auf die bisher erwähnten Zweige der Physik hat **Helmholtz** seine Thätigkeit als experimentirender Forscher erstreckt, sondern auch fast in allen anderen hat er Apparate, wenn auch nicht völlig neu geschaffen, so doch in wesentlichen Punkten verbessert.

In den letzten Jahren hat **Helmholtz**, indem er an die Spitze der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt trat, in Deutschland die Leitung aller jener Bestrebungen übernommen, welche auf die Hebung der vaterländischen Feintechnik abzielen. Wieviel unter ihm in dieser Beziehung bereits geleistet worden ist, darauf braucht hier nur kurz hingewiesen zu werden; ist doch diese Zeitschrift vor allen anderen in der Lage, über die Arbeiten jenes Instituts zuerst und unmittelbar berichten zu können. Und so dürfen sich die Jünger und Freunde der Instrumentenkunde der freudigen Hoffnung hingeben, dass auch in Zukunft ihre Bestrebungen der Förderung seitens des ersten Physikers der Gegenwart sicher sind.

Bl.

Messung von Rotationsgeschwindigkeiten mittels des Zentrifugalsaugens.

Von
K. Prytz in Kopenhagen.

1. Das Zentrifugalsaugen. Ich habe eine Wirkung des Druckes in rotirenden Flüssigkeiten, welche ich das Zentrifugalsaugen nenne, theoretisch und praktisch untersucht und habe die Wirkung sowohl zur Untersuchung als zum Reguliren von Rotationsgeschwindigkeiten verwendet. Die Wirkung findet man folgenderweise.

Man stelle sich einen allseitig geschlossenen Hohlzylinder *CDEF* (Fig. 1), Halbmesser R_0, vor, der einen kleineren (massiven oder hohlen) Zylinder, den Stempel, Halbmesser r_0, Höhe h, sammt einer Flüssigkeit und Luft vom Drucke c und Volumen v enthält. Der Zylinder rotirt um seine senkrecht stehende geometrische Axe, und die ganze Luftmenge befindet sich über dem Stempel, dessen mittleres, spezifisches Gewicht ρ_1 kleiner als ρ, das der Flüssigkeit ist. Die Winkelgeschwindigkeit wird so gross vorausgesetzt, dass die freie, parabolische Oberfläche der Flüssigkeit von der Ebene *CD* geschnitten wird. Man sucht die vertikale Resultante sämmtlicher Drucke auf den Stempel, dessen Oberseite in dem bekannten Abstande x von *CD* liegt. Es wird vorausgesetzt, dass der Luftdruck c hinlänglich gross ist, um die Bildung eines luftleeren Raumes unterhalb des Stempels zu hindern.

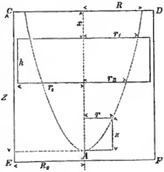


Fig. 1.

Indem man sich das Paraboloid unten fortgesetzt denkt, werden die Ordinaten z vom tiefsten Punkte A (Fig. 1) gerechnet; der Abstand irgend eines Punkts der Fläche von der Axe heisst r; es ist dann:

$$(1) \quad z = \frac{\omega^2}{2g} r_1^2,$$

wo g die Fallbeschleunigung bedeutet.

Die Halbmesser der Kreise, in welchen CD und die Ober- bezw. die Unterseite des Stempels das Paraboloid schnitten, heissen bezw. R, r_1 und r_2. Man hat dann:

$$v = \frac{\pi \omega^2}{4g}(R^4 - r_1^4) = \frac{\pi g}{\omega^2} x (2Z - x),$$

wo Z die Ordinate von CD ist. Hieraus folgt:

$$(2) \quad Z = \frac{\omega^2 v}{2 \pi g x} + \tfrac{1}{2} x.$$

Die Resultante P aus den Drucken wird, wenn man von dem Einflusse der Rotation auf den Luftdruck absieht:

$$P = \rho g \frac{\pi \omega^2}{4g} r_1^4 - \rho g \pi r_0^2 h = \rho g \frac{\pi \omega^2}{4g} r_2^4 - \rho g \left(\pi r_0^2 h - \frac{\pi \omega^2}{4g} (r_1^4 - r_2^4)\right).$$

In letzterer Form des Ausdrucks für P ist das erste Glied das Gewicht der Flüssigkeitsmenge, welche das Paraboloid unterhalb des Stempels ausfüllt, während das letzte Glied das Gewicht der vom Stempel ausserhalb des Paraboloids verdrängten Flüssigkeitsmenge darstellt. Man kann also die Sache so auffassen, als ob die parabolische Flüssigkeitsmenge unterhalb des Stempels in diesem hänge, in derselben Weise wie man sagen kann, dass das Quecksilber in einer geraden Barometerröhre in dieser Röhre hängt, da ja das scheinbare Gewicht dieser Röhre um das des Quecksilbers vergrössert wird. Dem Gewicht der hängenden Flüssigkeitsmenge wirkt der Auftrieb der im letzten Gliede ausgedrückten, vom Stempel verdrängten Flüssigkeitsmenge entgegen; dies entspricht dem Auftrieb des Quecksilbers auf dem unterhalb der Oberfläche liegenden Theil einer Barometerröhre.

Nimmt man das Gewicht $g \rho_1 \pi r_0^2 h$ des Stempels mit, so wird die Resultante:

$$P' = \tfrac{1}{4} \pi \rho \omega^2 r_1^4 - \pi (\rho - \rho_1) g r_0^2 h.$$

Führt man durch die Gleichungen (1) und (2) in diesen Ausdruck v und x ein, so findet man:

$$P' = \pi \rho \left(\frac{v}{2\pi} \frac{\omega}{x} - \frac{g}{2} \frac{x}{\omega}\right)^2 - \pi (\rho - \rho_1) g r_0^2 h.$$

Durch die Kraft P' wird der Stempel abwärts gesaugt bis zu einer Tiefe $x = \xi$, wo $P' = o$ wird. Die Tiefe ξ unterhalb CD des Stempels in der Gleichgewichtslage wird also bestimmt durch:

$$\left(\frac{\xi}{\omega}\right)^2 + 2 \sqrt{\frac{\rho - \rho_1}{\rho} \frac{r_0^2 h}{g}} \frac{\xi}{\omega} - \frac{v}{\pi g} = o.$$

Die Wurzel muss positiv sein, weil $Z - x$ positiv ist. Aus der Form der Gleichung geht hervor, dass der Stempel bis zu einer Tiefe unterhalb CD, welche proportional der Winkelgeschwindigkeit ist, sinken wird. Heisst das Volumen des Stempels φ, wird:

$$(3) \quad \frac{\xi}{\omega} = \frac{\sqrt{v + \frac{\rho - \rho_1}{\rho} \varphi} - \sqrt{\frac{\rho - \rho_1}{\rho} \varphi}}{\sqrt{\pi g}} = \frac{1}{C}$$

Die Giltigkeit dieser Gleichung ist durch die Voraussetzungen begrenzt, dass die freie parabolische Oberfläche sowohl von der Oberseite des Stempels als von der Ebene CD geschnitten wird, und dass sich kein luftleerer Raum unterhalb des

Stempels bildet. Die erste Bedingung giebt eine untere Grenze ω_1, die letzte eine obere Grenze ω_2 der Geschwindigkeiten, für welche die Proportionalität stattfindet. Wenn der Durchmesser des Stempels nur wenig kleiner als der des Hohlzylinders ist, findet man:

$$\omega_1 = \left(\frac{v\,C}{\pi} + \frac{g}{C}\right) : R_0^2, \text{ und } \omega_2 = 2\left(\frac{c}{g\,\rho} + h\right) : \left(\frac{v\,C}{\pi\,g} - \frac{1}{C}\right).$$

ω_2 wird dadurch berechnet, dass man die Geschwindigkeit sucht, welche den Druck gleich Null im Schnittpunkte der Unterseite des Stempels mit der Axe macht; dies wird der Fall, wenn in der Gleichgewichtslage die Unterseite in einer Höhe $c/g\rho$ über A (Fig. 1) liegt. Diese Höhe ist der Barometerstand, wenn ψ der Atmosphärendruck, und die Flüssigkeit Quecksilber ist. Dass dieses sich so ergeben musste, hätte man voraussehen können, denn in der Axe müssen die Drucke variiren wie in einer ruhenden Flüssigkeit.

Nimmt man an, dass $R_0 = 2$ *cm*, $\rho = 10\rho_1 = 13{,}6$, $v = \varphi = 40$ *ccm*, $c/g\rho + h = 80$ *cm*, so wird annähernd $\omega_1 = 77$ (etwa 12 Umdrehungen in der Sekunde), $\omega^2 = 741$ (etwa 117 Umdrehungen in der Sekunde). Variirt die Geschwindigkeit von ω_1 bis ω_2, so sinkt der Stempel von einer Tiefe 3,8 *cm* unterhalb CD bis zu einer Tiefe 36,2 *cm*, wenn der Hohlzylinder hinlänglich tief ist. Jede Vergrösserung der Geschwindigkeit um 1 Umdrehung in der Sekunde wird den Stempel um 3,1 *mm* abwärts führen.

2. Der Zentrifugalsauger als Geschwindigkeitsmesser und Geschwindigkeitsvariometer. Aus dem oben Erwähnten geht hervor, dass das Zentrifugalsaugen ein Mittel zum direkten Ablesen der Rotationsgeschwindigkeit durch Beobachtung der Stempelhöhe giebt.

Ich habe an einem Rotationsapparat, welcher für Untersuchungen über die Fallbewegung und die schwingende Bewegung einer Stimmgabel[1]) ausgeführt ist, einen nach dem oben entwickelten Prinzipe konstruirten Zentrifugalsauger angebracht. Der Rotationsapparat ist in Fig. 2 (a. S. 393) dargestellt. Die Axe ist in der Fussplatte drehbar angeordnet und trägt eine metallene etwa 3 *cm* dicke Scheibe *S*. Von der Mitte derselben erhebt sich ein stählerner, oben und unten geschlossener Hohlzylinder *T*, 11 *cm* hoch und 4 *cm* weit. Im Zylinder befindet sich Quecksilber und auf diesem schwimmt ein stählerner Stempel, dessen Durchmesser ungefähr 3,9 *cm* und dessen Höhe 3 *cm* ist. Vom Deckel des Hohlzylinders ragt ein Zapfen empor, welcher in dem von den beiden Säulen getragenen Querbalken gelagert ist. Der Zapfen ist seiner Längsrichtung nach durchbohrt und durch die Durchbohrung eine, in der Oberseite des Stempels befestigte Stange, die Stempelstange *s* geführt, welche in der Figur über dem Querbalken sichtbar ist.

Wird der mit dem Rotationsapparate verbundene Motor in Bewegung versetzt, so sieht man die Stempelstange langsam hinabsinken, bis die Maximalgeschwindigkeit erreicht ist. Wird diese konstant erhalten, so verbleibt die Stange in unveränderter Höhe. Sinkt oder steigt die Geschwindigkeit, so geht die Stange empor bezw. hinab.

Da nun, wie oben gefolgert, die Höhenänderungen der Stempelstange, wenn diese jedesmal in Gleichgewicht gekommen ist, den Geschwindigkeitsänderungen einfach proportional sind, so sieht man, dass der Apparat zum Messen der Rotationsgeschwindigkeiten auf sehr einfache Weise dienen kann. Der Apparat ist also ein Tachymeter, dessen Angaben den zu messenden Geschwindigkeiten proportional sind; seine Wirksamkeit ist nicht von Spannungen in Federn oder

[1]) *K. Prytz, Wiedem. Ann.* **43**. *S. 638 u. 652. (1891.)*

von andern variablen Kräften abhängig. Reihung zwischen festen Flächen ist ausgeschlossen; der Stempel wird nämlich von selbst, durch die Zentrifugaldrucke, in dem Hohlzylinder zentrirt. Man kann den Apparat sowohl für kleine als für unbegrenzt grosse Geschwindigkeiten durch Abmessen der Dimensionen einrichten. Für einen gegebenen Apparat kann man die Werthe der Konstante durch Aendernng der Flüssigkeitsmenge variiren. Die Messnng ist eine absolute, da die Konstante C der Gleichung (3) aus den Dimensionen und den spezifischen Gewichten der einzelnen Theilen sicher berechnet werden kann.

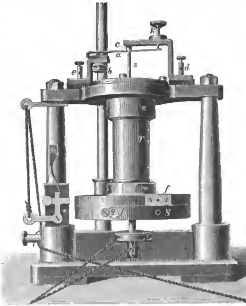
Hat man mit grossen Geschwindigkeiten zu thun, so liegt es am nächsten, Eisen und Quecksilber als Materialien zu verwenden. Es sind recht grosse Kräfte, die in diesem Falle auftreten können, selbst mit kleinen Dimensionen. Ist z. B. der Durchmesser des Hohlzylinders 4 *cm*, der des Stempels ein wenig kleiner und die Stempelhöhe 3 *cm* (ungefähr die Dimensionen meines beschriebenen Apparats), füllt ferner die Lnft 2 *cm* im Hohlzylinder, so findet man die Resultante P der Drucke ungefähr gleich 5,5 *kg*, wenn der Stempel in einer Höhe von 2,5 *cm* unterhalb des Deckels CD des Hohlzylinders festgehalten wird, und wenn dieser 2400 Umdrehungen in der Minnte macht.

Meine Erfahrungen bezüglich der Verwendbarkeit sind die folgenden: Wenn die Geschwindigkeit variirt, bleibt, wie zu erwarten war, der Stempel etwas zurück in seinem Steigen oder Sinken; es muss aber hier erinnert werden, dass der Stempel selbst angiebt, ob die Geschwindigkeit konstant ist oder nicht; die konstante Geschwindigkeit kann also sicher gemessen werden. Wenn man sich auf Messnngen innerhalb enger Grenzen beschränken will, kann das Zurückbleiben sehr begrenzt werden, indem man dann die Flüssigkeitsmenge sehr vermindern und Flügel zur Führung des Quecksilbers und des Stempels anbringen kann. Es bleibt also nur übrig die Frage, mit wie grosser Sicherheit der Stempel sich in die Gleichgewichtslage einstellt. Ich habe erfahren, dass er sich sehr vollkommen in die richtige Lage einstellt. Bei Versnchen zur Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel, brachte ich mehrmals genau dieselbe Geschwindigkeit hervor, und beobachtete jedesmal die Stempelhöhe mit einem wenige Zentimeter davon entfernten Kathetometerfernrohr, dessen horizontaler Faden anf das stark vergrösserte Bild des Gipfels der Stempelstange eingestellt wurde, wenn die (durch die Stimmgabel angegebene) richtige Geschwindigkeit erreicht wurde (a. a. O. S. 654). Durch mehrmalige Wiederholung dieser Beobachtung konnte ich kaum Unterschiede in der Stempelhöhe vom einen bis zum andern Mal wahrnehmen.

Hauptsächlich habe ich die Beobachtung der Stempelhöhe benutzt, nm konstatiren zu können, ob die Geschwindigkeit konstant, abnehmend oder zunehmend sei, und der Apparat hat mir in dieser Beziehung, also als Geschwindigkeitsvariometer, in verschiedenen Untersuchungen vorzüglichen Dienst gewährt. Wo man in messenden Versnchen mit grossen Rotationsgeschwindigkeiten zu thun hat, ist es von grosser Bedeutnng, auf sichere und einfache Weise erkennen zn können, ob die Geschwindigkeit konstant ist oder nicht.

3. Regnliren der Rotationsgeschwindigkeit. Die ansehnliche Kraft, welche den Stempel zurückführt, wenn er aus seiner Gleichgewichtslage entfernt worden ist, macht es möglich, den Zentrifugalsauger mit Vortheil zum Regnliren der Geschwindigkeit eines Motors zu verwenden. Ich zweifle nicht daran, dass er als ein znverlässiger Regulator für Gas- nnd Dampfmaschinen dienen kann, wenn man für seine Dimensionen eine passende Grösse wählt; ich habe den Apparat

als Regulator für einen elektrischen Motor, welcher den Rotationsapparat (Fig. 2) trieb, geprüft. In Fig. 2 ist der Regulirmechanismus dargestellt. Eine weiche isolirte Messingfeder *a* wird über die Stempelstange geführt; ein ebenfalls isolirter Arm geht von der andern Seite über die Hälfte der Feder hin; er trägt einen isolirenden Knopf *c* zum Stützen der Feder gegen den Auftrieb des Stempels, wenn der Apparat nicht rotirt. Derselbe Arm trägt eine Kontaktschraube *k*, deren Spitze die von der Stempelstange emporgedrückte Feder trifft, bevor die letzte den Knopf *c* erreicht. Durch die Stellschraube *b* kann die Ruhelage der Feder so bestimmt werden, dass sie durch einen grösseren oder kleineren, immerhin doch leisen Druck gegen *k* emporgedrückt werden muss. Der Strom des Motors (oder der eines mit dem Motor verbundenen Relais) wird über die Klemmen *e* und *d* und so durch die Feder und die Kontaktschraube geführt; *e* und *d* werden weiter durch einen *Shunt* (sehr bedeutenden Widerstand) verbunden. Damit das Quecksilber schnell die Geschwindigkeitsvariationen annehme, sind im Zylinder oberhalb und unterhalb des Stempels Flügel angebracht, welche dem Stempel eine Bewegung von nur wenigen Millimetern erlauben.


Fig. 2.

Wenn der Strom geschlossen wird, folgt eine Rotation mit wachsender Geschwindigkeit; hierdurch wird der Druck der Stempelstange gegen die Feder vermindert, und zuletzt wird die Feder frei; der Strom durch *a* wird dann unterbrochen. Der *Shunt* hat einen so grossen Wiederstand, dass er ein Abnehmen der Rotationsgeschwindigkeit veranlasst; hierdurch steigt der Stempelauftrieb, so dass *a* wieder *k* berührt u. s. w. Die Feder spielt unaufhörlich mit sehr kleinen Amplituden.

Um zu prüfen, wie fein der Apparat wirkte, habe ich die Geschwindigkeit während des Regulirens durch die von mir neuerdings in *Wiedem. Ann.* beschriebene Farbenspritzenmethode[1]) gemessen. Als die Schraube *b* so gestellt war, dass die Feder in ihrer Ruhelage in minimalem Abstand von der Spitze von *k* war, maass ich dreimal die Geschwindigkeit und fand 26,41, 26,67, 26,54 Umdrehungen in der Sekunde. Ein anderes Mal wurde *b* etwas gesenkt, so dass die Feder in ihrer Ruhelage einige Millimeter von *k* entfernt war. Die Berührung zwischen *a* und *k* wird dann bei einer etwas kleineren Geschwindigkeit als bevor aufhören. Die Geschwindigkeit wurde vier Mal gemessen; die Resultate waren: 24,88 24,92 24,92 24,95 Umdrehungen in der Sekunde.

[1]) K. Prytz a. a. O. S. 638.

Die grösste Abweichung vom Mittel ist im letzten Fall $^1/_6$% gegen $^1/_2$% im ersten; es scheint also vortheilhaft, dass die Stempelstange während des Regulirens ein wenig gegen die Feder drückt. Die regulirte Geschwindigkeit kann man, was die grösseren Variationen anbelangt, durch Aenderung der Quecksilbermenge im Zylinder abmessen; die kleineren Variationen werden durch die Stellschraube *b* erreicht.

Für Handbetrieb kann man die Schrauben *c* und *d* in einen mit Galvanoskop (elektrischer Klingel oder Telephon) versehenen Stromkreis einschalten und nach den Angaben des Galvanoskops die Geschwindigkeit abmessen.

Resultate der Vorarbeiten zur Herstellung der photographischen Himmelskarte.

Von

Dr. J. Scheiner in Potsdam.

(Fortsetzung und Schluss.)

Die Ausmessung der Platten.

Die Genauigkeit, mit welcher unter dem Mikroskope auf das photographische Bild eines Sterns pointirt werden kann, übertrifft diejenige bei direkter Beobachtung des stets durch die atmosphärische Unruhe bewegten Fokalbildes um ein ganz bedeutendes. Es ist dies auch leicht einzusehen, wenn man bedenkt, dass bei direkter Beobachtung das Auge sich aus den fortwährend wechselnden Stellungen des Bildchens das Schwerpunktsbild vorstellen muss; und es ist eben die Beobachtungskunst, die dies mit mehr oder weniger grosser Genauigkeit zu erreichen versteht. Auf der photographischen Platte bildet sich das Schwerpunktsbild ganz von selbst ab, vorausgesetzt, dass genügend lange exponirt wird, damit thatsächlich alle bei einer gegebenen Luftunruhe möglichen Ortsveränderungen des Bildes auch zur Wirksamkeit gelangt sind. Auf das reell vorhandene Schwerpunktsbild nachher unter dem Mikroskope in aller Ruhe zu pointiren, bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Es ist schon im Vorigen darauf hingewiesen, dass dieser ideale Fall bei gewöhnlicher Objektivkonstruktion nur für die nahe der optischen Axe gelegenen Bilder erfüllt ist, und es kann besonders bei kurzen Aufnahmen von wenigen Minuten noch eine weitere Fehlerquelle für exakte Messungen auftreten, welche systematische Pointirungsfehler bei verschieden hellen Sternen erzeugt. Geringe Verstellungen während des Haltens, wie sie häufig selbst bei grösster Aufmerksamkeit des Beobachters nicht zu vermeiden sind, und welche meistens nur in der Richtung der täglichen Bewegung auftreten, kommen bei helleren Sternen noch zur Wirkung auf der Platte und erzeugen eine kleine Deformation der Sternscheibchen. Unterhalb einer gewissen Grenze der Helligkeit der Sterne üben diese Verstellungen aber keinen Einfluss mehr aus; die schwächeren Sterne bleiben auf der Platte völlig rund. Wird sehr lange exponirt, so werden die Scheibchen der hellen Sterne schon so gross, dass überhaupt diese kleinen Deformationen nicht mehr merklich werden. Es ist nachgewiesen worden, dass auf diese Weise thatsächlich systematische Unterschiede entstehen zwischen den Distanzen gleich heller Sterne und zwischen denjenigen verschieden heller, und es bleibt nichts anderes übrig, als Platten, welche deutlich deformirte Scheibchen besitzen, von den Messungen einfach auszuschliessen. Bei guten Platten aber ist die Messungsgenauigkeit, wenn es sich um kleine Distanzen handelt, entschieden grösser, als sie durch irgend eine andere Messungsmethode erreicht werden kann.

Sobald es sich indessen um grössere Distanzen handelt, treten kleine Verzerrungen der Gelatineschicht störend auf, und es gelingt alsdann nur unter sorgfältiger Anwendung eines besonderen Hilfsmittels, mit dem bisherigen genauesten astronomischen Messinstrumente, dem Heliometer, in erfolgreiche Konkurrenz zu treten. Dieses Hilfsmittel besteht, wie schon angedeutet, darin, auf die Platte ein genau bekanntes Netz aufzukopiren, welches, mit der Sternenaufnahme gleichzeitig entwickelt, alle Verzerrungen mit zu erleiden hat, welche die Sternkonstellation erfährt, und welches also entweder durch Vergleichung mit dem Originalnetze die Verzerrungen ermitteln, oder aber bei geeigneter Feinheit des Netzes dieselben einfacher eliminiren lässt.

Die Verzerrungen der empfindlichen Schicht sind bei Kollodiumplatten so stark, dass genaue Messungen auf derartigen Platten fast ganz ausgeschlossen sind; die früheren Versuche, mit Hilfe der Photographie das Phänomen des Venusdurchgangs ausgiebig zur Parallaxenbestimmung der Sonne zu verwenden, sind bekanntlich wesentlich an diesem Umstande gescheitert. Bei den Gelatineplatten, die für Sternaufnahmen allein Verwendung finden, sind diese Verzerrungen beträchtlich kleiner, und ich habe versucht, durch einige Messungsreihen ihre Art und ihre Grösse einigermaassen festzustellen. Die Messungen wurden mit Hilfe eines auf die Platte aufkopirten Gitters von bekannten Dimensionen ausgeführt, und es hat sich hierbei das Folgende ergeben.

Schon die ersten Messungen zeigten, dass der Betrag der Verziehung in der That ein so geringer ist, dass trotz des hohen Genauigkeitsgrades der Messung es nicht thunlich erschien, ein genaues Bild der Verzerrung auf den verschiedenen Platten zu ermitteln, sondern im Wesentlichen nur die Grösse der Verzerrung mit Sicherheit festzulegen. Es wurde deshalb stets dieselbe Entfernung von nahe 65 *mm* wiederholt auf verschiedenen Theilen ein und derselben Platte und auf der Originaltheilung gemessen. Die Messungen wurden mit Hilfe eines Repsold'schen Messapparates ausgeführt und zwar anfangs in der Weise, dass die Einstellung des Mikroskops abwechselnd auf die Striche der zu untersuchenden Platte und auf die eines Maassstabes gemacht wurde; später ist, des schwer mit genügender Sicherheit zu ermittelnden Temperaturunterschiedes zwischen Glasplatte und Maassstab wegen, die Vergleichung mit einer nahe 65 *mm* grossen, auf einer versilberten Glasplatte markirten Strecke ausgeführt worden. Als mittlerer Fehler einer Einstellung auf die Striche hat sich ergeben $\pm 0{,}0008$ *mm*, auf die Striche des Maassstabes $\pm 0{,}0010$ *mm*. Um eine Distanz zu ermitteln, wurden anfänglich acht Einstellungen auf jeden der beiden Endstriche des photographischen Gitters gemacht und vier Einstellungen auf jeden der beiden, dem betreffenden Gitterstrich zunächst liegenden Striche des Maassstabes. Als mittlerer Fehler für eine durch Vergleichung mit dem Maassstabe in der angegebenen Weise ermittelte Distanz folgt $\pm 0{,}0005$ *mm*. Bei der Messung nach der zweiten Art hat sich als mittlerer Fehler einer aus vier Beobachtungen auf jeden Endstrich abgeleiteten Distanz $\pm 0{,}0009$ *mm* ergeben. Wiederholte Messungen haben jedoch dargethan, dass der mittlere Fehler einer aus mindestens vier Messungen abgeleiteten Distanz grösser ist und zwischen 0,001 und 0,002 *mm* liegt. Dies hat hauptsächlich wohl seinen Grund in der schon erwähnten, noch verbleibenden Unsicherheit der Temperaturbestimmungen des Maassstabes und der Platte, sowie in der verschiedenartigen Auffassung der Striche in Folge veränderter Beleuchtungsverhältnisse.

Um zunächst den Einfluss der Fixirung und Alaunisirung auf die Gelatine-

schicht zu ermitteln, wurden zwei Platten verwendet, von denen die eine zunächst nicht fixirt, die zweite dagegen fixirt, aber nicht alaunisirt war. Auf beiden Platten wurden dieselben Gitterstriche gemessen und es hat sich Folgendes ergeben:

	Platte 1:	
Unfixirt, trocken	64,819 *mm*	0,000 *mm*
Fixirt, nass	64,816 „	− 0,003 „
Fixirt, trocken	64,815 „	− 0,004 „
	Platte 2:	
Fixirt, trocken	64,819 *mm*	0,000 *mm*
Fixirt, nass	64,816 „	− 0,003 „
Alaunisirt, nass	64,821 „	+ 0,002 „
Alaunisirt, trocken	64,820 „	+ 0,001 „

Aus den in der letzten Kolumne gegebenen Differenzen lässt sich mit Sicherheit eine Einwirkung der auf die Entwicklung folgenden Manipulationen nicht ableiten, und man wird annehmen können, dass die geringen, aus den folgenden Messungen sich ergebenden Verziehungen gleich bei der ersten Behandlung der Platte, beim Hervorrufen, entstehen.

Zur Ermittlung überhaupt vorkommender Verzerrungen wurden sechs Platten verwendet, die von zwei verschiedenen Fabriken bezogen waren. Auf den drei ersten, welche die Nummern 6, 7 und 8 tragen, wurden je 6 Distanzen von der bereits angegebenen Grösse (nahe 65 *mm*) gemessen und mit den entsprechenden Distanzen auf der Originalplatte verglichen; auf den drei anderen Platten (9, 10 und 11) wurden je 2 Distanzen bestimmt. Die Messungen in der einen Richtung auf der Platte am oberen Ende, in der Mitte und am unteren Rande sind in der folgenden Zusammenstellung mit bezw. *f*, *a*, *e*, und die in einer hierzu senkrechten Richtung, am linken Rande, in der Mitte und am rechten Rande mit *d*, *c*, *b*, bezeichnet worden; die Abweichungen gegen die entsprechenden Distanzen auf der Originaltheilung sind im Sinne: Distanz auf der Platte *minus* Distanz auf dem Gitter angesetzt.

	f	a	e	d	c	b
6	− 0,003	− 0,002	+ 0,009	+ 0,001	+ 0,003	+ 0,013
7	− 0,005	− 0,005	− 0,000	+ 0,003	+ 0,003	+ 0,013
8	− 0,002	− 0,002	− 0,002	+ 0,007	+ 0,003	+ 0,012
9	− 0,006	—		− 0,019	—	—
10	− 0,002	—		+ 0,002	—	—
11	+ 0,014	—		− 0,005	—	—

Aus den Messungen an den drei Platten 6, 7 und 8, von der einen Fabrik, ergieht sich als mittlerer Betrag der Verzerrung 0,006 *mm*; aus den an den drei anderen Platten folgt mit geringerer Sicherheit als mittlerer Betrag 0,008 *mm*. Die Anzahl der positiven und negativen Abweichungen ist gleich, ihre Summe beträgt + 0,083 bezw. − 0,053. Es scheint hiernach, als wenn die Schicht sich in etwas stärkerem Maasse ausdehnte als zusammenzöge.

Die Platten 9, 10, 11 geben Gelegenheit zu erkennen, ob die Lage der Platte beim Trocknen einen Einfluss auf die Verzerrung hat. Beim Trocknen hat vertikal gestanden bei Platte 9 die Richtung *d*, bei Platte 10 und 11 die Richtung *f*.

Platte	vertikal	horizontal
9	— 0,019 *mm*	— 0,006 *mm*
10	— 0,002 „	+ 0,002 „
11	+ 0,014 „	— 0,005 „

Ein Einfluss der Stellung ist aus diesen Abweichungen aber nicht zu erkennen. Zu einem ähnlichen Resultate gelangt man, wenn Rücksicht auf die Lage der Platte bei der Belichtung (Kopirprozess) genommen wird. Die drei Platten haben bei der Belichtung dieselbe Lage gehabt, und müssten, in Folge einer hiervon abhängigen Fehlerquelle, die Abweichungen in der Richtung *f* unter einander übereinstimmen und ebenso die in der Richtung *d*, was jedoch nicht der Fall ist.

Aus den vorstehenden Untersuchungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Verzerrung, welche die Gelatineschicht bei den verschiedenen Manipulationen des Entwickelns erleidet, ist als unabhängig zu betrachten von der Behandlung, welche die Platte beim Fixiren und Alaunisiren erfährt.

2) Es scheinen die Verzerrungen insofern eine Regel zu befolgen, als sie in einer Richtung der Platte wesentlich positiv, in der dazu senkrechten wesentlich negativ verlaufen, dass also in der einen Richtung Ausdehnung, in der anderen Zusammenziehung erfolgt. Hierbei ist es gleichgiltig, in welcher Lage die Platte sich beim Trocknen befunden hat, und es rührt diese Erscheinung entweder von der Fabrikation her oder von einer zylindrischen Gestalt der Platte. Im Allgemeinen ist der Verlauf dieser Verzerrungen nicht regelmässig, weder auf einer Platte, noch verhalten sich alle Platten so, und man wird daher gut thun, die auftretenden Verzerrungen überhaupt als zufällige zu betrachten.

3) Nimmt man den für die Platten aus der einen Fabrik gefundenen Betrag der Verziehung 0,006 *mm* entsprechend 0,"36 auf die Länge von 65 *mm*, so folgt unter der Annahme, dass die Verzerrung proportional mit der gemessenen Strecke wächst, dass die Verzerrung im Mittel $^{1}/_{100}$ pCt. der Länge beträgt. Bezieht man also die Messungen auf Gitter, deren Striche 5 *mm* weit abstehen, so hätte man in Folge der Verzerrung nur Fehler im mittleren Betrage von 0,0005 *mm*, entsprechend 0,"03, also kleiner als der mittlere Pointirungsfehler, zu erwarten.

Diesen Resultaten entsprechend ist als Distanz für die aufzukopirenden Gitter 5 *mm* gewählt worden.

Die Herstellung der Gitter selbst, die übrigens auch für andere Messungszwecke sehr gut geeignet sind, hat die Ueberwindung nicht unbeträchtlicher Schwierigkeiten erfordert. Die Schicht, in welche die Linien gezogen werden, muss absolut undurchsichtg sein, gleichzeitig muss sie so zart sein, dass sie gestattet, Linien einzureissen, deren Durchmesser 0,01 *mm* nicht übersteigt, weil sonst schwächere Sterne, die zufällig mit einer Gitterlinie zusammenfallen, durch letztere verdeckt würden. Nach einer Reihe von Versuchen ist es Verfasser gelungen, auf versilbertem Glase durch besondere Form des Stichels Linien von der gewünschten Feinheit bei völliger Schärfe des Randes herzustellen, welche die gewünschten Bedingungen vollständig erfüllen. Hiernach sind die für die Sternwarten, welche sich an der Himmelskarte betheiligen, bestimmten Gitter zunächst von Wanschaff in Berlin, neuerdings auch von Gautier in Paris geliefert worden. Die bei der grossen Genauigkeit, mit welcher die Gitter gezogen worden sind, nur sehr geringen Theilungsfehler, werden ein für alle Mal ermittelt.

Ganz besondere Vorsicht ist beim Aufkopiren dieser Gitter auf die Platten zu verwenden, damit die Kopien dem Originale thatsächlich gleich sind. Der

Kongress hat deshalb festgesetzt, dass dieses Kopiren nur bei parallelem Lichte und nur bei geringem Abstande zwischen Gitter und Platte — direktes Aufeinanderlegen ist wegen der Zartheit der Silberschicht zu vermeiden — ausgeführt werden darf. Um dies zu erreichen, bedienen sich fast alle Theilnehmer eines ähnlichen Verfahrens wie in Potsdam. Vor dem photographischen Objektive des photographischen Refraktors kann eine Kassette befestigt werden, in welcher die Gitterplatte enthalten ist, auf deren vier Ecken kleine Staniolstreifchen aufgeklebt sind; auf letztere wird die empfindliche Platte gelegt, so dass die Distanz zwischen Gitter und Platte nur einige hundertstel Millimeter beträgt. In die am unteren Ende des Fernrohrs befindliche Kassette wird eine Metallplatte eingesetzt, die in der Mitte eine kleine Oeffnung enthält, hinter welcher ein Glühlämpchen befestigt ist. Hierdurch ist bewirkt, dsss die Lichtquelle sich im Brennpunkt des Objektivs befindet und die heraustretenden Strahlen also parallel sind. Mit Hilfe dieser Einrichtung lassen sich bequem in einer Stunde 12 bis 15 Platten mit Gitter versehen. Es ist wohl zu beachten, dass bei der Ausmessung der Sternphotographien für jede Aufnahme der Winkelwerth des Gitters neu bestimmt werden muss und zwar wegen der Brennweitenveränderung des Fernrohrs; es kommt deshalb nicht auf absolutes Maass an, und mithin ist es gleichgiltig, bei welcher Temperatur das Ausmessen des Originalgitters, das Aufkopiren und Exponiren am Himmel stattgefunden hat.

Zur bequemeren späteren Reduktion der auf die Gitter bezogenen Koordinaten der Sterne auf Rektaszension und Deklination ist es wünschenswerth, die Gitterstriche möglichst nahe in den Parallel, bezw. senkrecht zu demselben zu bringen. Die oben beschriebene Kassette besitzt daher zwei Anschläge, welche denen in den Refraktorkassetten befindlichen entsprechen, und gegen welche sowohl die zu den Strichen nahe parallele Kante der Gitterplatte als auch die abgeschliffene Kante der photographischen Platte angelegt wird. Unter Benutzung des justirbaren Anschlags der Kassetten lässt sich nun leicht durch vorbeipassirende Sterne im Meridian eine sehr grosse Annäherung der Gitterstriche an den Parallel erzielen. Die Ausmessung unter dem Mikroskope geschieht nur unter Anschluss an die Gitterstriche. Aus bekannten Sternen wird dann die Orientirung des Gitters gegen den Himmel ermittelt und dadurch die Reduktion auf ein bestimmtes Aequinoktium ermöglicht.

Die Grössenbestimmung bei Sternaufnahmen.

Da bei längeren Expositionen die Durchmesser der Sterne mittlerer Helligkeit — bis einschliesslich 10. Grösse — so beträchtlich werden, dass die Pointirungen schon etwas ungenauer werden, so ist beschlossen worden, die Aufnahmen für die Himmelskarte und diejenigen für den Katalog getrennt auszuführen. Die letzteren sollen alle Sterne bis zur 11. Grösse enthalten, während die Karte noch die 14. Grösse aufweisen soll, allerdings nach französischer Grössenordnung gerechnet. Es ist deshalb wichtig, die Grenzen dieser Sterngrössen photographisch bestimmen zu können. Aber auch abgesehen hiervon sind für die Ziele, welche Karte und Katalog in letzter Hinsicht bezwecken, bei dem innigen Zusammenhange zwischen Sternhelligkeit und Sternentfernungen und -Bewegungen möglichst genaue Helligkeitsbestimmungen der photographisch erhaltenen Sterne von höchster Bedeutung. Während sich einerseits nicht verkennen lässt, dass die Frage der Helligkeitsbestimmungen in den früheren Beschlüssen der Konferenzen etwas beiläufig be-

handelt worden ist, muss andererseits eingestanden werden, dass die Erfahrungen und Kenntnisse auf dem Gebiete der photographischen Photometrie selbst jetzt noch nicht genügend sind, um definitive Angaben machen zu können.

Das Wachsen der Durchmesser der Sternscheibchen bei zunehmender Expositionszeit oder Helligkeit des Sterns lässt sich folgendermaassen erklären. Das Fernrohrobjektiv erzeugt auf der empfindlichen Schicht ein kleines leuchtendes Scheibchen von sehr geringem Durchmesser. Der Durchmesser dieses primären Scheibchens hängt wesentlich von der Güte des Objektivs ab, bei helleren Sternen besitzt indessen auch der erste oder gar noch der zweite Interferenzring Helligkeit genug, um einen Eindruck auf der Platte zu erzeugen. Dieses „primäre" Scheibchen erfährt zunächst eine Verbreiterung durch die Luftunruhe, je nach dem Grade der letzteren in stärkerem oder geringerem Maasse. Immerhin aber bleibt der Durchmesser des primären Scheibchens stets auf wenige Bogensekunden beschränkt; derselbe lässt sich in jedem einzelnen Falle dadurch ermitteln, dass man für einen Stern von einer gewissen Helligkeit die geringste Expositionszeit wählt, bei welcher ein noch eben sichtbarer Eindruck entsteht. Die empfindliche Schicht einer Bromsilbergelatineplatte hat nun ungefähr die Eigenschaften von Milchglas; sie ist sehr durchlässig für Licht, aber absolut undurchsichtig, und in Folge dieser Eigenschaften ist das primäre Scheibchen als eine kleine selbstleuchtende Stelle der Schicht aufzufassen, welche nach allen Richtungen hin, also auch in die Schicht hinein Licht emittirt. Dieses von den Bromsilbertheilchen in die Schicht hinein reflektirte Licht ist die Ursache der Vergrösserung der Sternscheibchen; die Grenze derselben entsteht da, wo in Folge der Absorption innerhalb der Schicht bei gegebener Intensität eines Sternes das Licht so abgeschwächt ist, dass die gegebene Expositionszeit zur Erzeugung eines Silberniederschlags nicht mehr ausreicht. Von diesem Punkte bis zur völligen Schwärzung im Innern des Scheibchens findet natürlich ein allmäliger Uebergang statt, in Folge dessen die Begrenzung der Sternscheibchen niemals eine völlig scharfe sein kann, und es folgt hieraus ferner, dass auch bei Platten gleicher Empfindlichkeit, aber verschiedener Art (verschiedener Absorptionsfähigkeit) unter sonst gleichen Umständen die resultirenden Sternscheibchen weder von gleichem Durchmesser noch von gleicher Verwaschenheit sein werden.

Um nun aus diesen Voraussetzungen weitere Schlüsse ziehen zu können, muss zuerst noch ein anderer Punkt berührt werden. Das Licht verrichtet in der empfindlichen Schicht einer photographischen Platte eine gewisse Arbeit, deren Form noch völlig unbekannt ist, die sich aber darin äussert, dass nach der Belichtung das Bromsilber eine Modifikation erfahren hat, welche es befähigt, unter der Einwirkung reduzirender Substanzen sich zu zerlegen und das Silber als schwarzen Niederschlag auszuscheiden, dessen grössere oder geringere Dichtigkeit ein Maass für die geleistete Arbeit abgiebt. Die Grösse der Arbeit ist direkt proportional dem Produkte aus der Intensität des Lichts und der Zeit, während welcher es wirkt; es ist bei gleicher Arbeit also it eine Konstante, wenn i die Intensität des wirksamen Lichts und t die Expositionszeit bedeutet; ob dies aber auch für die allein sichtbare Wirkung der Arbeit, für die Schwärzung, der Fall ist, ist zunächst völlig unbekannt. Die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, dass man innerhalb gewisser Grenzen auch für gleiche Schwärzungen $it = constans$ annehmen kann, dass dagegen besonders bei sehr starken Schwärzungen die Proportionalität von Zeit und Intensität immer weniger als Annäherung

zu betrachten ist, und dass schliesslich bei sehr grossen absoluten Werthen von i und t mit wachsendem it die Schwärzung wieder abnimmt, eine Erscheinung, die unter dem Namen der Solarisation bekannt ist.

Nimmt man nun das Gesetz $it = constans$ als giltig an, beschränkt man sich also auf eine begrenzte Verwendung und setzt man ferner für das Gesetz der Absorption innerhalb der Schicht die einfachsten Verhältnisse voraus, so kann man Formeln für die Beziehung zwischen Durchmesser der photographischen Sternscheibchen und Helligkeit bezw. Expositionszeit ableiten, die eben wegen der Beschränkung und Einfachheit der Voraussetzungen keine physikalische Bedeutung besitzen können, die aber insofern von Interesse sind, als sie zu den einfachsten Beziehungen führen, welche ich früher auf rein empirischem Wege gefunden habe.

Es sei i die mittlere Intensität eines Punktes am Rande des Sternscheibchens (auf welchen bei Durchmesserbestimmungen eingestellt wird) während der Expositionszeit t. Der Abstand dieses Punktes von dem allein beleuchteten primären Mittelpunkt des Scheibchens sei r. Durch die Luftunruhe wird der sonst als wirklicher Punkt aufzufassende Mittelpunkt zu einem kleinen Scheibchen mit dem Radius ρ; unter J möge die Intensität des Mittelpunktes verstanden werden. i hängt von J und r ab (Absorptionsgesetz) und ausserdem von der durch die Luftunruhe hervorgebrachten Vergrösserung des primären Scheibchens, welche Abhängigkeit mit $\psi(\rho)$ bezeichnet werden möge.

Als einfachste Beziehung lässt sich hiernach aufstellen:

$$i = J\psi(\rho)e^{\alpha r},$$

wo α den Absorptionskoeffizienten der empfindlichen Schicht bezeichnet. Für zwei beliebige Sternscheibchen (gleiche Emulsion und gleiche Entwicklung) hat man alsdann:

$$\frac{t_0}{t_1} = \frac{J_1\psi(\rho_1)}{J_0\psi(\rho_0)} e^{\alpha(r_1 - r_0)} \quad \text{oder}$$

$$\log\frac{t_0}{t_1} = \log\frac{J_1}{J_0} + \alpha(r_1 - r_0) + \log\frac{\psi(\rho_1)}{\psi(\rho_0)}.$$

Für Sternscheibchen derselben Aufnahme ist $t_0 = t_1$; $\rho_0 = \rho_1$ und demnach:

$$\alpha(r_0 - r_1) = \log\frac{J_1}{J_0} = \frac{0{,}4}{Mod.}(m_1 - m_0),$$

wenn m_0 und m_1 die betreffenden Sterngrössen sind und 0,4 den Logarithmus des Intensitätsunterschiedes für eine Grössenklasse bedeutet.. Die Durchmesser sind also proportional den Grössenklassen der Sterne.

Um die entsprechende Formel für die Beziehung zwischen Durchmesser und Expositionszeit abzuleiten, setzt man $J_0 = J_1$; $\rho_0 = \rho_1$ und man erhält alsdann:

$$\log\frac{t_0}{t_1} = \alpha(r_1 - r_0),$$

d. h. die Durchmesser sind proportional den Logarithmen der Expositionszeiten. Beide Formeln habe ich früher aus Durchmesserbestimmungen von Plejadensternen als einfachste Beziehungen erhalten; die letztere ist kürzlich von Max Wolf ebenfalls empirisch abgeleitet worden.

Von anderen Astronomen sind etwas komplizirtere Formeln gefunden worden, die zum Theil innerhalb weiterer Grenzen giltig sind. So hat Charlier gefunden: $m = a - b\,lg\,D$, als Beziehung zwischen der Sterngrösse m und dem Durchmesser D, wobei a und b empirisch zu bestimmende Konstanten sind. In Bezug auf die Expositionszeit findet er $D = D_0 \sqrt{t}$. Pritchard findet das Gesetz $m = a - b\,lg\,(D/t^{\frac{1}{\alpha}})$, wo a und b die Konstanten der Charlier'schen Formel bedeuten, und α eine neue empirische Konstante ist.

Alle diese Formeln besitzen meiner Ansicht nach keine physikalische Bedeutung, sie sind nur Interpolationsformeln, deren Giltigkeit durch weitere Einführung von Konstanten natürlich noch beträchtlich ausgedehnt werden kann. Es wird entschieden am einfachsten sein, in Zukunft in der photographischen Photometrie von allen Formeln abzusehen und nur graphische Ausgleichungen vorzunehmen, wie man stets in der Astronomie oder Physik thut, wenn die Beziehungen theoretisch noch völlig unaufgeklärt sind. Die Genauigkeit übrigens, mit welcher man aus Sternaufnahmen die Helligkeit der Sterne ableiten kann, sei es nun mit Hilfe der obigen Formeln, sei es durch graphische Ausgleichung, ist eine sehr beträchtliche, welche diejenige bei den besten photometrischen Messungen nicht unerheblich übertrifft. Die photographische Photometrie besitzt gegenüber der optischen überhaupt einen sehr wesentlichen prinzipiellen Vorzug: In der optischen Photometrie werden stets Intensitäten mit einander verglichen, und die hierbei zu erreichende Genauigkeit ist beschränkt durch physiologische Eigenschaften unseres Auges, welches im allgemeinen nicht im Stande ist, Intensitätsunterschiede, die unter $^1/_{100}$ der Intensität selbst liegen, aufzufassen, d. h. es ist unmöglich, eine einzelne Messung genauer als auf 1 pCt.[1]) der Intensität auszuführen. Bei der photographischen Photometrie kommt es dagegen auf Lichtquantitäten an, die in Folge des vorhin auseinandergesetzten eigenthümlichen Ausbreitungsvorganges auf der empfindlichen Schicht sich in lineares Maass umsetzen. Sofern es gelingen sollte, die Begrenzung der Sternscheibchen schärfer zu erhalten, würden die Durchmesser noch genauer gemessen werden können, und es ist also nur eine Frage der Technik, den jetzigen Genauigkeitsgrad noch beträchtlich zu überschreiten.

Derartige Beziehungen, wie die vorhin abgeleiteten, haben natürlich nur dann Bedeutung, wenn es sich um völlig gleichartige Objekte handelt. Die Sternscheibchen auf einer Platte sind nun durchaus nicht gleichartig, vielmehr hängt ihre Grösse und Figur von ihrem Abstande von der optischen Axe des Fernrohrs ab. Hierfür sind zwei Faktoren maassgebend, einmal der Abstand, welchen an der betreffenden Stelle die Platte von der wahren Brennfläche besitzt, und dann die daselbst stattfindende Verzerrung der Scheibchen in Folge nicht mehr vollständiger Vereinigung der Strahlen in einem Punkte. Den ersteren Betrag könnte man leicht in Rechnung ziehen, wenn die Platte die Brennfläche genau in der optischen Axe tangirte; es ist aber praktisch nicht möglich, ja nicht einmal vortheilhaft, diese Stellung genau einzuhalten, vielmehr sollte man für gewöhnlich die Mitte der Platte etwas innerhalb des Brennpunktes stellen, so dass die Platte die Brennfläche erst in einem gewissen Abstande vom Mittelpunkte durchschneidet. Die Deformation der Sternbildchen hängt von der Konstruktion des Objektivs ab, kann aber ein für alle Male für ein bestimmtes Objektiv ermittelt werden. Die folgende kleine Untersuchung hat also zunächst nur Bedeutung für das Objektiv des Potsdamer photographischen Refraktors, wahrscheinlich aber auch für alle ähnlichen Steinheil'schen Objektive, da dieselben in vollkommener Gleichmässigkeit hergestellt werden.

Zwei Reihen von Durchmesserbestimmungen eines Sterns, der auf ver-

---

[1]) Vgl. jedoch die in der Physik.-Techn. Reichsanstalt mit den besten instrumentellen Einrichtungen vorgenommenen Untersuchungen (*diese Zeitschr. 1890 S. 129*) von Lummer und Brodhun. D. Red.

schiedenen Stellen der Platte gleiche Zeit exponirt worden war, lieferteu die folgenden Zahlen:

Abstand von der opt. Axe	Durchmesser in der Richtung d. Radius	Durchmesser senkrecht zum Radius	Mittel	Diff. in Grössen-klassen	Abstand von der opt. Axe	Durchmesser in der Richtung d. Radius	Durchmesser senkrecht zum Radius	Mittel	Diff. in Grössen-klassen
0'	4",53	4",50	4",52	0,00	11'	4",40	4",32	4",36	0,00
6'	4,47	4,50	4,49	−0,01	27'	4,40	4,26	4,33	−0,01
17'	4,51	4,41	4,46	−0,02	36'	4,43	4,50	4,47	+0,03
24'	4,89	4,57	4,73	+0,07	42'	4,26	4,59	4,43	+0,02
29'	4,59	4,86	4,73	+0,07	47'	4,74	4,47	4,61	+0,08
35'	4,77	4,54	4,66	+0,04	51'	4,92	4,14	4,53	+0,05
40'	5,06	4,62	4,84	+0,11	57'	5,76	4,20	4,98	+0,21
46'	5,09	4,11	4,60	+0,03	61'	5,70	4,64	5,17	+0,27
52'	5,37	5,00	5,19	+0,22					
57'	5,92	4,71	5,33	+0,26					

Durch graphische Ausgleichnng erhält man folgende Wertbe:

Abstand vom Mittel-punkt	Differenz in Grössen-klassen
30'	0,00
40'	+0,03
50'	+0,10
55'	+0,15
60'	+0,25

Es ist biernach ersichtlich, dass bis zu einem Abstande von 40' vom Mittelpunkte ein Einfluss auf die Grössenbestimmungen nicht merklich ist, von da aber wächst und bei 1° Abstand den Betrag ven ¼ Grössenklasse erhält, und zwar in dem Sinne, dass die Sterngrössen zu hell resultiren. Bei einem grösseren Abstande als 1° wird die Begrenzung der Scheibchen bereits unscharf, so dass eine exakte Durchmesserbestimmung nicht mehr möglich ist.

Die eben gefundenen Werthe gelten für den Fall, dass man die beiden Durchmesser in der Richtung des Radius vem Mittelpunkte der Platte nnd senkrecht hierzu gemessen hat. Wellte man nur die Durchmesser senkrecht zum Radius messen, se würde der Einfluss der Bildverzerrung auf die Grössen nur sehr unbedeutend sein. Iudessen ist es anzurathen, stets in zwei anfeinander senkrechten Richtungen die Durchmesser zu messen, weil hierdurch kleine Deformationen der Scheibchen, die in der zuweilen nicht völlig exakt zu erreichenden Fortführung des Instrumentes ihren Grund haben, einigermaassen eliminirt werden. Sind die beiden Messungsrichtungen nicht nach dem Radius erientirt, so werden sich andere Werthe als die obigen ergeben, indessen möchte ich an dieser Stelle nicht näher hierauf eingehen.

In Felge der Luftunruhe wird das senst als Punkt zu betrachtende primäre Bild des Sternes auf der Platte zu einem kleinen Scheibchen verbreitert, dessen Radius bereits im Verigen mit ρ bezeichnet wurde. Diese Verbreiterung muss

nothwendig einen Einfluss auf den Durchmesser des resultirenden Sternscheibchens haben, der mit $\psi(\rho)$ bezeichnet wurde, und der zweifelsohne im Sinne einer Vergrösserung des letzteren auftreten wird. Um über die Grösse dieses Einflusses ein Urtheil zu gewinnen, habe ich zwei Plejadenaufnahmen mit stark variirenden Expositionszeiten miteinander verglichen, die bei sehr verschiedener Luftunruhe, aber scheinbar gleicher Durchsichtigkeit der Luft erhalten waren (1890 Okt. 20, Luft IV; 1890 Dez. 17, Luft I bis II.). In der folgenden Tabelle sind die hierbei erhaltenen Durchmesser der Sternscheibchen aufgeführt:

Bezeichnung	Grösse Charlier	Expositionsz. 6ᵐ 15ˢ		Δ	Expositionsz. 2ᵐ 30ˢ		Δ	Expositionsz. 1ᵐ 0ˢ		Δ	Expositionsz. 24ˢ		Δ
		Luft IV	Luft I-II		Luft IV	Luft I-II		Luft IV	Luft I-II		Luft IV	Luft I-II	
g	5,5	19,″43	10,″49	+2,″94	16,″28	13,″34	+2,″94	14,″30	10,″76	+3,″54	10,″58	8,″98	+1,″65
h	5,75	18,30	14,84	+3,46	15,50	12,36	+3,14	12,98	9,93	+3,05	9,66	7,61	+2,05
31	6,1	17,77	13,20	+4,59	14,30	11,35	+2,95	12,21	8,57	+3,64	9,86	7,10	+2,76
p	6,4	16,88	13,70	+3,18	13,94	10,43	+3,51	10,80	8,70	+2,10	8,70	6,18	+2,52
l	6,4	16,08	13,25	+2.83	13,41	10,65	+2,76	11,01	8,73	+2,31	8,75	5,98	+2,80
12	6,75	14,27	11,34	+2,93	11,91	9,85	+2,06	10,62	7.43	+2,59	6,86	5,06	+1,20
24	6,75	14,22	11,91	+2,31	11,51	9,72	+1,79	9,32	7,38	+1,94	7,00	8,49	+1,51
29	7,1	13,52	11,93	+1,59	11,12	9,39	+1,73	9,23	7,97	+1,26	6,36	5,49	+0,87
19	7,25	13,70	11,37	+2,33	11,18	9,39	+1,79	9,51	6,98	+2,53		Mittel	+1,92
22	7,3	12,26	10,65	+1,61	10,44	8,18	+2,26	8,06	6,50	+1,56			
4	7,55	13,10	12,53	+0,57	10,34	8,63	+1,71	8,46	6,39	+2,07			
33	7,75	10,68	8,71	+1,97	9,06	7,00	+2,06	7,10	5,07	+2,03			
20	7,9	11,16	9,08	+2,08	8,07	7,83	+1,14	7,22	5,46	+1,76			
30	8,05	9,96	8,21	+1,75	8,18	6,33	+1,85	5,94	4,20	+1,74			
1	8,25	10,17	8,54	+1,63	8,15	6,56	+1,59	5,81	4,50	+1,31			
9	8,45	10,67	7,80	+2,87	8,01	6,42	+1,59	6,20	4.62	+1,58			
			Mittel	+2,41			+2,18			+2,19			

Es ergiebt sich zunächst hieraus, dass thatsächlich die Durchmesser bei unruhiger Luft grösser werden als bei ruhiger, und ferner, dass der Unterschied bei den helleren Sternen grösser ist als bei den schwächeren. Dagegen scheint der Unterschied von der Expositionszeit innerhalb der gegebenen Grenzen unabhängig zu sein. Wenn man also Aufnahmen unter sehr extremen Luftzuständen anfertigt, muss man auf beträchtliche Unterschiede in den Grössen gefasst sein, die sich auch bei relativen Grössenbestimmungen bemerklich machen, indem sie nicht nur eine konstante Aenderung bedingen, sondern auch auf die Koëffizienten α, bezw. b nach Charlier einwirken.

Der Einfluss, den die Luftunruhe auf das erste Sichtbarwerden der Sterne ausübt, ist ein noch beträchtlicherer; bei unruhiger Luft ist das photographische Fernrohr gleichsam sehr viel lichtschwächer als sonst. Es wird dies am einfachsten aus der folgenden Vergleichung zwischen zwei Plejadenaufnahmen (1890 Okt. 20, Luft IV; 1890 Okt. 22, Luft I) hervorgehen. Ich habe bei der Vergleichung wesentlich diejenigen Sterne in Betracht gezogen, welche einen Eindruck auf der Platte hinterlassen haben, der eben unter dem Mikroskope mit dem Faden pointirt werden konnte und denselben mit „eben messbar" bezeichnet.

Bezeichnung	Grösse	Luft IV Exposition 24s	Luft I Exposition 24s
23	8,1	gut messbar.	sehr gut messbar
13	8,15	eben messbar	sehr gut messbar
1	8,25	messbar	sehr gut messbar
27	8,45	messbar	sehr gut messbar
18	8,5	eben messbar	sehr gut messbar
21	8,6	eben messbar	sehr gut messbar
2	8,65	eben messbar	sehr gut messbar
25	9,0	eben messbar	sehr gut messbar
8	9,05	eben messbar	sehr gut messbar
11	9,2	eben vorhanden; 1m eben messbar	gut messbar
6	9,35	nicht messbar; 1m messbar	messbar
26	9,4	nicht da; 1m eben messbar	messbar
14	9,5	nicht da; 1m kaum messbar	eben messbar
3	9,8	nicht da; 1m eben da, 2m 30s eben messb.	eben da; 1m eben messbar.

Es ergiebt sich hieraus, dass man bei Luft IV etwa ³/₄ Grössenklassen gegen Luft I einbüsst, und dass bei ruhiger Luft der Uebergang von den eben zu sehenden Sternscheibchen bis zu den gut messbaren sehr viel schneller erfolgt als bei unruhiger Luft. Man kann nach dem Obigen für die gegebenen Instrumental- und Plattenkonstanten die Grenze der Messbarkeit bei 24s Expositionszeit festsetzen zu: Grösse 8,6 bei unruhiger und zu 9,4 bei sehr ruhiger Luft. Die Grössenangaben beziehen sich auf die Charlier'schen Bestimmungen.

Ich komme nun zu einem Punkte meiner Untersuchungen, bei welchem ich zu einem nicht von vornherein zu erwartenden Resultate gelangt bin.

Man ist bisher bei der Bestimmung der Grössenklassen der schwächeren Sterne, welche bei grösserer Expositionsdauer erhalten werden, so verfahren, dass man bei der 2½fachen Expositionsdauer einen Gewinn von einer Grössenklasse annahm, indem man die 2½mal geringere Intensität durch die 2½mal grössere Exposition ersetzen zu können glaubte. So hatte man z. B. praktisch ermittelt, dass für die Instrumente zur Ausführung der Himmelskarte in ungefähr 4 Minuten die Sterne der 11. Grösse erschienen, dass also in 26 Minuten die der 13. Grösse erhalten werden würden. In den Beschlüssen der letzten Pariser Konferenz (1889) lauteten die betreffenden Bestimmungen:

„*On adoptera, pour le temps de pose devant donner les étoiles de grandeur 11,0, le produit par 6,25 du temps de pose nécessaire pour obtenir la grandeur 9,0 de l'échelle d'Argelander.*

Chaque observateur devra s'attacher à obtenir sur ses chlichés destinés au Catalogue la grandeur 11,0, déterminée aussi exactement que possible au moyen de l'échelle d'Argelander que l'on prolongera au délà de la grandeur 9,0 par l'emploi du coefficient 2,5.“

Es ist in der Festsetzung des Verhältnisses 2½ die Voraussetzung enthalten, dass die Beziehung für gleichen photographischen Effekt stattfindet. Es ist bereits darauf hingewiesen, dass dies häufig nicht der Fall ist, doch konnte man nach den bisherigen Untersuchungen annehmen, dass gerade für die ganz geringen Schwärzungen, auf welche allein es in der vorliegenden Frage ankommt, dieses Gesetz sehr nahe erfüllt sei. Ich habe es indessen doch für nöthig erachtet, die Giltigkeit der von dem Komité festgesetzten Bestimmung zu prüfen. Auch Herr Trépied hat eine solche Prüfung in dem *fasc. 5* des „*Bulletin du Comité international permanent*“ als wünschenswerth bezeichnet.

Verschiedene Erwägungen hatten mich veranlasst, empirisch an Sternaufnahmen zu ermitteln, in wieweit eine Gleichberechtigung von Intensität und Expositionszeit angenommen werden kann, und ich bin hierbei zu dem überraschenden Resultate gelangt, dass man bei Vermehrung der Expositionszeit um das $2^1/_2$fache nicht, wie bisher angenommen, einen Gewinn von einer ganzen Grössenklasse erzielt, sondern nur einen solchen von etwa einer halben. Erst nachträglich bin ich von Prof. Pickering darauf aufmerksam gemacht worden, dass derselbe dieses Resultat auf ganz anderem Wege schon vor vier Jahren gefunden und auch publizirt hat. Herr Pickering hat damals nur geringes Gewicht auf dasselbe gelegt, und so ist es gekommen, dass diese wichtige Erkenntniss, die völlig umgestaltend auf eine Reihe von Beschlüssen der Pariser Konferenzen gewirkt hat, bis vor Kurzem unbeachtet geblieben ist. Die Bedeutung des Resultats lässt sich durch ein einziges Beispiel leicht klar machen. Nach der bisherigen Annahme glaubte man bei einer Expositionszeit von etwa 40 Min. die Sterne der 14. Argelander'schen Grössenklasse auf der Platte zu besitzen, nach der neueren würde man hierzu eine Zeit von $7^1/_2$ Stunden nöthig haben!

Diese Resultate sind erst ganz kürzlich in dem *Bulletin du Comité permanent* und in den *Astr. Nachr.* von mir publizirt worden, und so glaube ich, dieselben hier nicht näher anführen, sondern nur auf dieselben verweisen zu sollen.

Ueber Goldschmidt'sche Aneroïdbarometer.

Von
Dr. P. Czermak, Privatdozent und Assistent der Physik in Graz.

Bei der grossen Verbreitung, welcher sich, besonders für Reisezwecke, die so handlichen und kompendiösen Aneroïde erfreuen, darf eine kleine Untersuchung über dieselben auf einiges Interesse rechnen. Es sind zwar in dieser Richtung schon vielfache Arbeiten unternommen worden, jedoch werden bei denselben meist besonders sorgfältige Fabrikate oder zu besonderen Zwecken gebaute Instrumente besprochen. Der Laie hingegen, der sich gewöhnlich ein billigeres Instrument anschafft und auf die beigegebenen Korrektionstabellen verlässt, wird selten darauf aufmerksam gemacht, welcher grossen Mühe und Sorgfalt es bedarf, mittels eines solchen Instrumentes genauere, besonders absolute Messungen anzustellen. Dies an der Hand einiger Beispiele zu zeigen, ist der Zweck dieser Zeilen.

Da ich gelegentlich bloss aus Privatinteresse ein kleines Goldschmidt'sches Aneroïd von Usteri-Reinacher in Zürich mit einem Quecksilberbarometer vergleichen wollte, so stellte ich mir zuerst in einfacherer Weise ein Arrangement zusammen, welches diesen Zweck erfüllen sollte; ich sah aber bald ein, dass, wenn man auf einigermaassen genauere Resultate rechnen wolle, man die Einrichtung mit grösstmöglicher Sorgfalt und Vorsicht machen müsse.

Die den Instrumenten beigegebenen Tabellen nehmen sich nämlich im allgemeinen sehr einfach aus. Eine Kolumne giebt die Ablesungen des Aneroïdes vom geringsten bis zum höchsten Drucke an, den das Instrument noch messen soll und daneben stehen die Angaben, welche das Quecksilberbarometer gleichzeitig bei diesem Drucke zeigt. Man könnte daher meinen, dass diese Tabellen einfach so anzufertigen sind, dass man das Aneroïd unter einen Rezipienten legt,

der gleichzeitig mit einem Quecksilbermanometer verbunden ist, nun die gewünschten Drucke hervorbringt und die beiden Instrumente gleichzeitig abliest. Bei den Goldschmidt'schen Aneroïden geht dies schon deshalb nicht unmittelbar so einfach, weil ihre Konstruktion dies nicht gestattet. Dies soll aber durchaus kein Vorwurf für dieselben bilden, da gerade die so einfache Konstruktion derselben sie zum gefahrlosen Ueberstehen von Reisen und Strapazen am geeignetsten erscheinen lässt. Da bei denselben bekanntlich mittels einer Mikrometerschraube die Aenderungen der evakuirten Dose gemessen werden, so kann man nicht unmittelbar die Schwankungen an einem Zeiger ablesen, sondern man muss auf jeden Druck besonders einstellen.

Methode des Vergleiches.

Man kann auf zweierlei Arten verfahren. Entweder muss man das Aneroïd auf den gewünschten Druck vorher mit der Mikrometerschraube einstellen und dann so lange auspumpen, bis die Marken einspielen, — die dabei eingetretene Differenz der Manometerkuppen wird den zur Aneroïdeinstellung gehörigen Druck in Millimetern Quecksilbers angeben, — oder man kann auch umgekehrt am Manometer eine bestimmte Kuppendifferenz einstellen und dann das Aneroïd durch Drehen der Mikrometerschraube zum Einspielen der Marken bringen.

Man sieht, dass es bei der zweiten Methode unerlässlich ist, das Aneroïd unter dem Rezipienten von aussen her einstellen zu können, während dies bei der ersteren Methode nicht sein muss, obwohl es auch hier viel bequemer ist, da man sonst für jede neue Einstellung den Rezipienten abheben muss.

Das Grundübel aber, welches allen Aneroïden anhaftet und welches besonders die Vergleiche so schwierig macht, ist die elastische Nachwirkung der Metalldose. Schon bei Gebirgstouren kann man beobachten, wie sich die Einstellungen ändern, wenn man unmittelbar nach Ankunft an einem höher oder tiefer gelegenen Punkte abgelesen hat oder wenn man eine oder mehrere Stunden wartet. Andererseits ist es auch einleuchtend, dass, wenn eine so hoch evakuirte Dose, die also stets unter einem bedeutenden Drucke steht, auch ruhig an demselben Orte liegen bleibt, die Dosenwände im Sinne dieses Druckes langsam nachgeben müssen.

Durch rasche Aenderungen des Luftdruckes werden daher die unmittelbaren Ablesungen fehlerhaft erscheinen und durch den Einfluss des kontinuirlich auf der Dose lastenden Druckes wird sich der absolute Werth aller Einstellungen ändern.

Es ist daher auch schwierig zu entscheiden, wie man in der günstigsten Weise bei einem Vergleiche eines Aneroïdes mit einem Manometer unter der Luftpumpe zu verfahren hat. Soll man langsam von höheren Drucken zu niederen übergehen und bei jedem Drucke mehrere Stunden und Tage warten, oder soll man in einer Folge die Beobachtungen aufeinanderfolgen lassen, ungefähr in der Geschwindigkeit, wie man beim Bergsteigen die betreffenden Höhen passiren würde? Lässt man nach Erreichung des geringsten Druckes unmittelbar Luft ein, so sieht man am deutlichsten, um wie viel die jetzige Ablesung des herrschenden Luftdruckes von der vorher gemachten abweicht. Auch wenn man in umgekehrter Weise den Vergleich macht, so dass man vom niedrigsten Drucke zum gerade herrschenden übergeht, wird man andere Einstellungen bekommen.

Aus diesen Angaben wird man schon erkennen, dass die Korrektionstabellen für verschiedene Drucke, welche den Aneroïden beigegeben sind, mit einer ge-

wissen Vorsicht und unter genauer Berücksichtigung der vorhergegangenen Zustände des Aneroïds zu verwenden sind und dass vor allem, wenn man denselben absolute Werthe entnehmen will, stets Vergleiche des Aneroïds vorherzugehen haben, die mit der grössten Vorsicht und nur von besteingerichteten Beobachtern gemacht sein sollten. Ein Vergleich bei primitiver Einrichtung und wenig sorgfältiger Behandlung giebt ganz unzuverlässige Resultate und kann das Instrument nur verderben.

Einrichtung zum Vergleiche.

Im Folgenden will ich eine Einrichtung beschreiben, wie sich dieselbe in einem Laboratorium am einfachsten zusammenstellen lässt und mit welcher ein solcher Vergleich sich ziemlich genau ausführen lässt. Für Vergleiche von sehr feinen Instrumenten und bei Forderung grosser Genauigkeit würde aber dieselbe auch nicht mehr genügen.

In Fig. 1 stellt *R* einen Rezipienten dar, der am Kopfe einen eingeriebenen Stöpsel und seitlich einen tubulirten Ansatz trägt. Der Ansatz ist mit einer Spiegelglasplatte verschliessbar und der Stöpsel trägt einen eingekitteten Stift mit Gabel, so dass man das Aneroïd von aussen her einstellen kann. An das Aneroïd muss dann ein passendes, winkelig gebogenes Drahtstück gekittet werden. Fehlt diese Einrichtung und hat man nur einen gewöhnlichen Rezipienten zur Verfügung, so muss man für jede Einstellung den Rezipienten lüften und kann nur nach der ersten Methode den Vergleich ausführen.

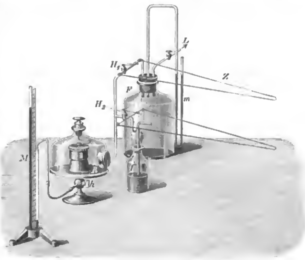


Fig. 1.

Wünschenswerth ist es auch, wenn eine Vorrichtung vorhanden ist, mittels welcher man das Aneroïd vor jeder Einstellung durch Klopfen erschüttern kann. Hier fehlte dieselbe und wurde nur von aussen an den Rezipiententeller geklopft. Dieser Rezipient ist mit einem gut ausgekochten Manometer *M* von 18 *mm* Rohrweite in Verbindung und kann von demselben durch den Hahn *h* abgesperrt werden. Andererseits steht er in Verbindung mit einer grossen Flasche *F*, welche direkt mit einer Wasserluftpumpe *L* ausgepumpt werden kann. Diese Flasche hat auch ein eigenes rohes Manometer *m* mit offenem Schenkel, um rasch sehen zu können, wie stark dieselbe vorgepumpt ist. Von der Flasche ist der Rezipient durch den Hahn H_1 abgetrennt, welcher mittels eines Zügels *Z* aus grösserer Entfernung rasch und beliebig fein geöffnet und geschlossen werden kann. Ein ebensolcher Hahn H_2 befindet sich an einem

Zweigrohre von H_1, welcher die Verbindung mit der äusseren Luft herstellt und zwar muss dieselbe vorher eine Trockenflasche *f* passiren. Diese sämmtlichen Stücke sind auf passenden Konsolen an einer Zimmerwand befestigt.

In entsprechender Entfernung davon ist auf einem Isolirpfeiler ein Kathetometer und ein stark vergrösserndes festes Fernrohr aufgestellt. Das Kathetometer mit zwei Fernrohren, von denen je eines auf eine Manometerkuppe eingestellt ist, wird nach der Einstellung nur eben so viel um seine vertikale Axe gedreht, dass der Stand der Horizontalfäden an den nämlichen Stellen, mit welchen sie auf die Kuppen eingestellt waren, auf dem zwischen den Manometerschenkeln aufgestellten Metallmaassstab abgelesen werden können. Wenn das Kathetometer nicht sehr vorzüglich ist, so ist diese Methode des Ablesens stets sicherer und einfacher als ein Ablesen am Kathetometer selbst.

Das feste Fernrohr ist auf die Marken des Aneroïdes, welche von ihrer schützenden Röhre und Lupe befreit sind, eingestellt und man kann so nach unmittelbar beobachteter Koïnzidenz der Marken das Manometer ablesen, ohne seinen Platz zu verlassen. Zur Beleuchtung der Marken des Aneroïdes bezw. der Manometerkuppen mit diffusem Tageslichte dienten seitwärts aufgestellte Spiegel.

Ist nun die Flasche *F* vorgepumpt, so kann man durch Oeffnen des Hahnes H_1 beliebig rasch und fein den Druck im Rezipienten ändern; beim Einspielen der Marken zieht man H_1 rasch zu und liest das Kathetometer ab oder man lässt bei H_2 beliebig rasch Luft ein, wenn man von niederen zu höheren Drucken übergehen will.

Resultate der Vergleiche.

Mit dieser Einrichtung habe ich vier Aneroïde verglichen, zwei kleinere und zwei grössere, von denen eines älterer und eines neuerer Konstruktion war. Es zeigten sich dabei die Instrumente mit grösserem Dosendurchmesser weit besser; die Aenderungen der Dosendicke sind viel regelmässiger und die Nachwirkung weniger störend. Besonders gut war das grössere Instrument neuerer Konstruktion mit vergrössernder Hebelübertragung. Bei einem Instrumente aber zeigte es sich auch sehr deutlich, welchen Einfluss die Mikrometerschraube auf die Vergleichskurve hat. Dass die Schraube sehr gut sein muss, ist bei der kleinen Aenderung, welche mit derselben ausgemessen wird, selbstverständlich und ein Mangel in dieser Beziehung ist jedenfalls durch sorgfältige Ausführung von Seiten des Mechanikers vermeidbar. Durch die Zeit und Behandlung können sich zwar dann immer noch Fehler durch Abnutzung der Schraube einstellen und daher ist dieser Theil des Instrumentes stets mit der grössten Sorgfalt zu behandeln.

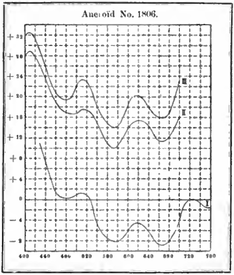


Fig. 2.

Das merkwürdigste Instrument, welches ich untersuchte, war ein kleines Aneroïd No. 1806. In Fig. 2 sind die Korrektionswerthe graphisch dargestellt, welche zu drei verschiedenen Zeitperioden gefunden wurden. Kurve I ist der Tabelle entnommen, welche dem Instrumente beigegeben war. Die Abszissen sind immer die Ablesungen des Aneroïds (auf 0° C reduzirt) und die zugehörigen Ordinaten sind dann die Korrektionen, welche zur Ablesung mit dem betreffenden Vorzeichen zu addiren sind, um den entsprechenden Druck in Millimetern Quecksilber von 0° C zu erhalten. Die Zeit, wann die Kurve I bestimmt wurde, ist leider nicht angegeben und in der Zwischenzeit wurde auch schon einmal der Index neu eingestellt; jedenfalls sind aber bis zum Vergleiche, welcher durch die Kurve II dargestellt ist, mehrere Jahre verflossen. Kurve III wurde dann nach Ablauf von 7 Monaten gefunden.

Die Form der Kurven ist in allen drei Fällen ziemlich gleich geblieben, nur sind dieselben in der Richtung der Ordinatenaxe verschoben, was auf eine konstante Aenderung der Dose oder des Fühlhebels oder beider zugleich schliessen lässt.

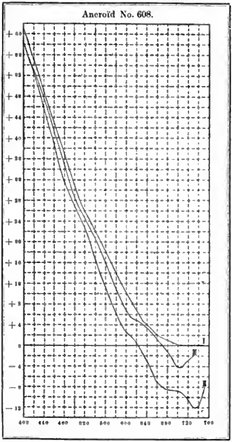


Fig. 3.

Die drei auffälligen relativen Maxima und drei Minima lassen sich dadurch erklären, dass die Spitze der Mikrometerschraube exzentrisch und zugleich das Plättchen des Fühlhebels etwas geneigt ist. Es müssen dann die Maxima und bezw. Minima untereinander in Abständen einer ganzen Schraubenumdrehung liegen. Dies findet auch nahezu statt; die drei Maxima finden sich in Abständen etwa 90 und bezw. 95 Trommeltheilen, die Minima in 100 und bezw. 105 Trommeltheilen Entfernung.

Die Kurven wurden so gewonnen, dass der Vergleich von 10 zu 10 *mm* gemacht wurde. Man sieht auch hier, wie ungenügend ein Vergleich von nur wenig Drucken wäre, wenn man die dazwischenliegenden Werthe nur durch Interpolation finden wollte.

In Fig. 3 ist der Verlauf der Kurven eines zweiten kleinen Aneroïds dargestellt. Kurve I ist wieder der beigegebenen Tabelle entnommen. Sie macht den Eindruck, als ob sie aus einem Vergleiche bei sieben Drucken abgeleitet wäre. Das Datum des Vergleiches ist auch nicht angegeben, es liegen aber zwischen Kurve I und II

wieder gewiss eine Reihe von wenigstens 10 Jahren. Dem Instrumente ist auf Gebirgsreisen sehr viel zugemuthet worden und es wurde auch vielfach von Ungeübten benutzt. Diesem Umstande ist wohl die auffällige Lockerung der Mikrometerschraube, welche beinahe schlottert, zuzuschreiben. Zwischen Kurve II und III liegt wieder ein Zeitraum von 7 Monaten.

Bei diesem Aneroïde sieht man, dass die dauernden Deformationen viel geringer sind als bei dem vorhergehenden. Für niedere Drucke liegen die Kurven sogar noch sehr nahe beisammen. Die Einstellungsfehler sind aber hier bedeutender und gerade am meisten bei den gewöhnlichen Drucken. Dies wird wohl seinen Grund in der Abnutzung der Schraube haben, die gerade für diesen Theil der Kurven am schadhaftesten erscheint. Etwas störend ist auch das gar zu steile Anwachsen der Ordinaten für geringe Drucke, was natürlich durch passende Wahl der Schraubenganghöhe gemildert werden kann. Eine Andeutung von Exzentrizität der Schraubenspitze scheint sich auch hier zu finden, wenn sie auch durch den steilen Gang der Kurve sehr verdeckt erscheint.

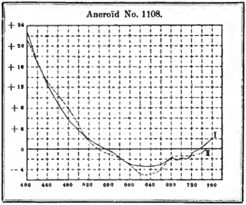


Fig. 4.

Aneroïd No. 1108 war ein grösseres Instrument, aber auch älterer Konstruktion. Kurve I in Fig. 4 ist die beigegebene Vergleichskurve und II die jetzt gefundene. Durch die inzwischen verflossenen Jahre ist keine Verschiebung der Kurve eingetreten und nur an einigen Stellen finden sich kleinere Deformationen. Es ist dies jedenfalls ein gutes Zeugniss für die Dose und auch der Gang der Kurve ist ein mehr gleichmässiger gegenüber den kleineren Instrumenten.

Ein vorzügliches Instrument neuerer Konstruktion mit vergrössernder Hebelübersetzung war Aneroïd No. 3515, dessen Kurven in Fig. 5 dargestellt sind.

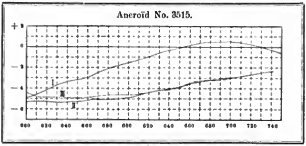


Fig 5.

Kurve I ist wieder der beigegebenen Tabelle entnommen. In der Länge der Zeit hat sich dieselbe zwar in Kurve II geändert, jedoch war diese von Kurve III nach Verlauf von 7 Monaten und mehrfachem Gebrauche unter der Luftpumpe nur sehr wenig verschieden. Die elastische Nachwirkung war äusserst gering, so dass nach Beendigung eines vollständigen Vergleiches sich der ursprüngliche Stand nur um wenige Zehntel geändert hatte und dies schwand innerhalb weniger

Stunden. Bei den kleinen Instrumenten betrug jedoch diese Nachwirkung oft 3 bis 4 *mm*. Auch die einzelnen Einstellungen wichen selten über zwei Zehntel eines Millimeters von einander ab.

Den Einfluss der elastischen Nachwirkung genauer zu prüfen und in Rechnung zu ziehen, ist ziemlich schwierig; ich hatte mit mehreren dahin abzielenden Versuchen keine brauchbaren Resultate erhalten.

Professor L. Pfaundler schlug mir folgendes Verfahren vor: Man lässt das Aneroïd lange Zeit auf einem bestimmten Drucke, so dass man annehmen kann, dass alles stationär geworden ist. Nun bringt man rasch den Druck P hervor, welchen man am Manometer abliest. Das Aneroïd wird nach einer gewissen Zeit den Druck p anzeigen. Setzt man voraus, dass das Instrument um so unrichtiger zeigt, je rascher der Druck geändert wird, so kann man setzen:

$$-\frac{dp}{dt} = \lambda\,(p - P),$$

wo λ eine Konstante des Instrumentes ist. Daraus folgt:

$$\log\,(p - P) = A - \lambda\, t,$$

wo A wieder eine Konstante ist.

Bestimmt man eine Reihe von zusammengehörigen Werthen von t und $p - P$, so kann man den wahrscheinlichsten Werth von λ berechnen. Ist dieser für ein Instrument bekannt, so kann man dann aus den Angaben des Instrumentes und der Zeit den wahren Druck P berechnen; denn es ist:

$$P = p + \frac{1}{\lambda}\,\frac{dp}{dt}.$$

Wegen Mangels an Zeit konnte ich Versuche dieser Art nicht mehr anstellen, behalte mir aber dieselben für die nächste Zeit vor.

Ich glaube im Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass für genaue Messungen nur Instrumente von grösserem Dosendurchmesser zu verwenden sind, dass kleine und billigere Fabrikate mit mehrfachen Fehlern behaftet sind und einer steten Kontrole bedürfen. Auch ist aus der Verschiedenheit der Vergleichskurven für jedes Instrument deutlich zu sehen, dass jedes ein Individuum für sich ist. Es wäre daher sehr interessant, wenn man ein grosses Material, wie es sich etwa in Werkstätten von Aneroïdverfertigern oder in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, wo viele solche Vergleiche angeführt werden müssen, vorfindet, in übersichtlicher Kurvendarstellung zur Einsicht hätte. Vielleicht sind diese Zeilen die Veranlassung zu ähnlichen Untersuchungen, wodurch der Zweck derselben vollständig erfüllt wäre.

Graz, den 17. Juli 1891. Physikal. Institut der Universität.

Referate.

Ueber die Benutzung des elektrischen Glühlichts für photographisch-selbstregistrirende Apparate.

Von H. Wild. *Mél. phys. et chim. du Bull. de l'Académie de St. Pétersburg. Bd. XIII. 1891.*

Der Verfasser beschreibt ausführlich die elektrische Beleuchtungseinrichtung, welche von ihm im unterirdischen Pavillon des magnetischen Observatoriums zu Pawlowsk eingeführt wurde. Die Verwendung von Petroleumlampen als Lichtquellen bei den magnetischen Registrirapparaten hat eine grosse Zahl von Uebelständen im Gefolge, die durch Anwendung kleiner Glühlämpchen vermieden werden können. Als Stromquelle dienen

20 in zwei Reihen zu je 10 Stück angeordnete Akkumulatoren von Jablochkoff in Petersburg; die beiden Reihen werden abwechselnd von einer kleinen Siemens'schen Dynamomaschine geladen und sind im Maschinenraum in grosser Entfernung vom Pavillon aufgestellt. Nach dem Beobachtungsraum führt eine blanke Luftleitung und in demselben sind die Leitungen natürlich so gelegt, dass sie keine magnetische Fernwirkung ausüben. Die Glühlämpchen für 6 *Volt* Spannung, sogenannte Photophore von Trouvé in Paris, haben einen geradlinigen Kohlenfaden von etwa 15 *mm* Länge, welcher sich im Innern einer Messingröhre von ungefähr 4 *cm* Durchmesser befindet. Das von der Lampe ausgestrahlte Licht wird mit Hilfe eines Hohlspiegels nach einer Seite hin reflektirt und tritt durch eine in der Messingröhre befestigte bikonvexe Linse parallel aus. Jede Lampe braucht 0,4 bis 0,5 *Ampere* zum normalen Glühen. Ausser bei dem Magnetographen finden die Glühlampen auch bei den Variationsinstrumenten für direkte Beobachtung zur Beleuchtung der Skalen Verwendung. Zwei in den Stromkreis eingeschaltete Signalapparate, die an geeigneten Orten aufgestellt sind, ermöglichen es, Störungen in Folge des Durchbrennens der Lampen rasch zu beseitigen, auch wenn kein Beobachter in dem Pavillon anwesend ist.

Die Verwendung des Glühlichts zu solchen Zwecken hat nach Wild den Vortheil, dass die Luft des Beobachtungsraumes nicht durch Verbrennungsprodukte verdorben wird und dass die Temperatursteigerung eine verhältnissmässig geringere ist als bei Benutzung anderer Lichtquellen; ferner sind die Kurven, die man auf dem photographischen Papier erhält, viel schärfer; die Genauigkeit der Registrirung wird somit erhöht. *Lck.*

Dauer der „Nachinduktion" in Eisen.

Von Fr. J. Smith. *Phil. Mag. Jan. 1891. S. 64.*

Der Verfasser hat bei seinem in *Phil. Mag. 29. S. 377* beschriebenen „Tram"-Chronographen (Vgl. d. *Zeitschr. 1890. S. 366*) elektromagnetische Schreibstifte verwandt. Für genaue Messungen mit diesem Apparate kommt die Zeit in Betracht, die nach dem Oeffnen des in der Elektromagnetwicklung kreisenden Stromes verfliesst, bis der temporäre Magnetismus der Eisenkerne verschwindet; diese Zeit hat selbst für die besten Eisensorten einen messbaren Werth. In der vorliegenden Mittheilung deutet Smith kurz die Methode an, nach welcher er Messungen über die Dauer der Nachinduktion auszuführen im Begriffe steht. Abgesehen von dem speziellen Zweck, durch welchen diese Versuche veranlasst sind, haben solche Beobachtungen für die Theorie des Magnetismus erhebliche Bedeutung.

Unterbrechen wir plötzlich den Strom einer Magnetisirungsspule, in welcher sich der zu untersuchende Eisenstab befindet, so muss der verschwindende Magnetismus in einer zweiten um die Magnetisirungsspule gewickelten Induktionsspule einen Strom erzeugen; wir können denselben nachweisen, wenn wir die Induktionsspule nach Unterbrechung des primären Stromes etwa mit Hilfe einer Wippe an ein Galvanometer anlegen. Je länger das Umlegen der Wippe dauert, desto geringer wird der Ausschlag im Galvanometer sein, da die Nachinduktion dann zum grössten Theil schon abgelaufen ist. Sobald gar keine Ablenkung mehr stattfindet, ist die zum Umlegen der Wippe nöthige Zeit gerade gleich der Zeitdauer der Nachinduktion.

In der Anordnung von Smith wird das Oeffnen des primären Stromes und das Anlegen der Induktionsspule an das Galvanometer durch den beweglichen Wagen seines Chronographen selbst besorgt. Eine an dem Wagen befestigte Nase streift nämlich während der Bewegung zwei Kontaktstücke und stellt so die Umschaltung her. Das zuerst getroffene Kontaktstück, welches den primären Strom öffnet, ist an dem Instrument festgeschraubt, während das zweite, welches die Galvanometerleitung schliesst, in der Richtung der Bewegung des Wagens verstellt werden kann; das letztere wird so lange verschoben, bis sich im Galvanometer kein Ausschlag mehr zeigt. Die zwischen der Berührung beider

Kontaktstücke verflossene Zeit kann mit Hilfe der Schwingungen einer Stimmgabel bis auf 0,00005 Sekunden genau bestimmt werden. Die Dauer der Nachinduktion ist von der Güte der Eisensorte und von der Stärke der vorangegangen Magnetisirung abhängig. Die Versuchsanordnung ist so gewählt, dass mit demselben Galvanometer auch die magnetisirende Kraft der Spule, in welcher sich das Eisen befindet, gemessen werden kann. *Lck.*

Vorrichtungen für fraktionirte Destillation im Vakuum.

Von Hans Wislicenus. *Chem. Berichte.* **23.** *S. 3292.*

1. Rückschlagventil für unsichere Wasserluftpumpen.

An den zur Pumpe führenden Schlauch wird die engere Oeffnung eines Röhrchens von der Form eines Vorstosses angesetzt. In die weitere Oeffnung ist eine zweite Röhre eingeschoben, deren mittlerer Theil erweitert (nur um wenig enger als die äussere Röhre) und ungefähr in der Mitte mit einer rings herum laufenden Rinne versehen ist; über diese wird ein Kautschukring von kreisförmigem Querschnitt geschoben, welcher beim Evakuiren an den Rand des Vorstosses gepresst wird und so einen luftdichten Verschluss bildet, der sich beim Zurückschlagen der Pumpe selbthätig löst. Das äussere Ende der engeren Röhre wird mit dem zu evakuirenden Gefäss verbunden; das in den Vorstoss hineinragende Ende ist entweder mit einem Bunson'schen Schlitzventil geschlossen, oder ist am Ende zugeschmolzen und besitzt eine seitliche Oeffnung, die mit einer passend geformten Kautschukplatte bedeckt ist.

Ein zweites, einfacheres, aber weniger dauerhaftes Rückschlagventil besteht aus einer an eine Röhre angeblasenen Kugel, die an einer seitlichen Stelle eine Oeffnung besitzt und mit einer in geringer Entfernung von dieser Oeffnung durchbohrten Gummimembran bedeckt ist, sowie aus einer zweiten Röhre, die mit ihrem glockenförmigen Ende an der Gummimembran anliegt.

2. Apparat für fraktionirte Destillation im Vakuum.

Durch den Tubus einer Exsikkatorglocke geht ein T-Rohr, dessen vertikale Arme ziemlich weit sind, während das seitliche, zur Pumpe führende Rohr enger ist. In den weiteren Theil ist eine zweite Röhre eingesetzt, deren unterer, engerer Theil in die Exsikkatorplatte hineinragt und nach der Seite gebogen ist. Die Dichtung wird wie bei dem früher beschriebenen Rückschlagventil durch einen in einer Rinne liegenden Kautschukring bewirkt. Eine zweite derartige Dichtung verbindet das obere Ende dieser Röhre mit dem an den Kühler angesetzten Vorstoss. Bei dieser Anordnung kann man das mittlere Rohr ohne Störung des Verschlusses um die Vertikale leicht drehen und dadurch das Destillat beliebig in die unter der Glocke im Kreise aufgestellten Auffanggefässe vertheilen. *Wgsch.*

Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure.

Von Greiner & Friedrichs. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **30.** *S. 18.*

Der zur Bestimmung der Kohlensäure aus dem Gewichtsverluste dienende Apparat besteht aus einem seitlich tubulirten Kölbchen, in dessen kurzen Hals ein zylindrisches Gefäss zur Aufnahme der konzentrirten Schwefelsäure eingeschliffen ist. Durch den Boden dieses Gefässes geht eine Heberröhre. An den Tubulus des Kölbchens ist ein Kautschukballon angesetzt, welcher dazu dient, die zur Zersetzung des Karbonats nöthige Menge Schwefelsäure in das Kölbchen einzusaugen. *Wgsch.*

Apparate zur fraktionirten Destillation.

Von Greiner & Friedrichs. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **30.** *S. 17.*

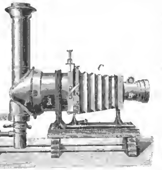
Die Verfasser geben mehrere Formen eines neuen Fraktioniraufsatzes an. Das Wesentliche daran ist, dass die aus dem Kochkolben entweichenden Dämpfe in eine Röhre mit mehreren kugelförmigen Erweiterungen aufsteigen, durch welche eine zweite, oben und unten offene Röhre vertikal hindurchgeht. Die durch die Dämpfe bewirkte Er-

wärmung erzeugt in der inneren Röhre einen lebhaften Luftstrom, welcher die Dämpfe abkühlt und durch Schliessen der oberen Oeffnung mit einem Stöpsel beliebig unterbrochen werden kann. Man kann also während der Destillation die Kühlung reguliren. Die kugelförmigen Erweiterungen der äusseren Röhre können wie bei anderen Fraktionir-aufsätzen durch Rückflussröhren unter einander verbunden werden. *Wgsch.*

Parabolische Laterne mit Oelbeleuchtung.

Engl. mechan. and World of Science. ***52.*** *S. 458. (1891.)*

Die optische Laterne findet als Lehr- und Unterhaltungsmittel um so weitere Verbreitung, je vollkommener und handlicher dieselbe gestaltet ist. Die an eine solche zu stellenden Anforderungen bezüglich der Billigkeit, Sicherheit, hohen Leuchtkraft, steten Bereitschaft und der Anwendbarkeit an jedem Ort soll die nebenstehend abgebildete, von J. B. Cott & Co., New York City, hergestellte Laterne erfüllen und dieselbe scheint in der That in Bezug auf Handlichkeit und gefällige Form manche der bekannteren Projektionsapparate zu übertreffen. Die Laterne ist mit einem parabolischen Reflektor P — nach welchem der Name gewählt ist — ausgerüstet, durch den man viel an Helligkeit gewinnen soll, und wird von einem frei zugänglichen Oelbehälter O aus gespeist. Durch ein Paar $4^1/_8$''-Kondensorlinsen (bei A) wird das Licht dem mittels Trieb und Zahnstange fein einstellbaren Objektive (bei B) zugeführt, dessen Halter auf dem viereckigen Rahmen eines in Führungen der Grundplatte verschiebbaren Messingständers befestigt ist. An diesem Rahmen ist andererseits die kleinere Oeffnung des lichtdichten Balges C befestigt, dessen weitere Oeffnung von einem zweiten beweglichen Ständer getragen wird, welcher durch Hebelbewegung nach rückwärts unter Dehnung des Balges bis zum Kondensor geführt werden kann. Dieser bewegliche Ständer trägt auch den Schlittenhalter, welcher zur Einführung von transparenten Bildern verschiedener Grösse in horizontaler und vertikaler Richtung eingerichtet ist. *P.*



Vergleichsmagnetometer von Haldane Gee.

Nach *Elektrotechn. Zeitschr.* ***11.*** *S. 692. (1890.)*

Zur Bestimmung des magnetischen Momentes von Stäben wird bei diesem Apparate die von ihnen in einem Magnetometer hervorgerufene Ablenkung durch einen Stab von bekanntem Moment kompensirt. Die Magnetometernadel ist mit einem langen Zeiger versehen, dessen Bewegungen vor einer auf Spiegelglas geätzten Skale durch ein Fenster des umgebenden Glaskastens beobachtet werden können. Rechts und links von dem Magnetometer befindet sich eine mit Theilung versehene Gleitbahn, auf deren Schlitten die zu vergleichenden Stäbe aufgelegt werden. Sind M und M' die Momente der beiden Stäbe, d, d' und d_1, d_1' zwei Paare von Entfernungen der Mittelpunkte der Stäbe von dem des Magnetometers, für welche die Magnetometernadel keinen Ausschlag giebt, so ist in erster Annäherung:

$$\frac{M}{M'} = \frac{d^3}{d'^3}; \text{ ebenso } \frac{M}{M'} = \frac{d_1^3}{d_1'^3}.$$

Hieraus folgt: $\frac{M}{M'} = \frac{(d^3 - d_1^3)}{(d'^3 - d_1'^3)}$ und nicht, wie angegeben, $\frac{(d - d_1)^3}{(d' - d_1')^3}$.

Mit der Unrichtigkeit der letzten Formel wird auch die daran geknüpfte Bemerkung hinfällig, dass die Messung des Abstandes der Mittelpunkte von Stab und Nadel umgangen werden könne. *Lck.*

Universalgasometer (Gasometer, Gebläse, Druckpumpe, Saugapparat bezw. Verdünnungspumpe).

Von Dr. Eichhorn. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **30.** *S. 446 (1891).*

Der Apparat besteht aus einem zylindrischen Gefässe aus Blech, welches Wasserstandsrohr und Manometer trägt. In Verbindung mit diesem Gefässe steht eine durch einen eigenthümlich gebauten Hahn verschliessbare Röhre, welche drei Ansatzstücke trägt, nämlich Zuleitungs- und Abflussrohr für Wasser, sowie Gaszuleitungs- bezw. Abflussrohr. Die Kurbel des genannten Hahnes kann fünf verschiedene Stellungen annehmen, welche durch einen Zeiger auf einer am Hahn angebrachten Eintheilung ersichtlich gemacht werden. Durch einfache Drehung um etwa 72° kann man leicht z. B. von Stellung „Wasser abgestellt, Gas abgestellt“ in die Stellung „Wasser zugeleitet, Gas abgestellt“ oder eine andere gerade gewünschte übergehen, bezw. durch geeignete Zwischenstellung des Hahnes das Ein- oder Ausströmen des Wassers oder Gases reguliren. Aus dieser Einrichtung ergiebt sich die vielseitige Anwendung des Apparates. Nicht nur als Gasometer ermöglicht er eine bequemere Handhabung als die bisher gebräuchlichen, auch zum Treiben von Gebläsen kann er beispielsweise gute Verwendung finden. Füllt man das Gefäss etwa mit Sauerstoff, stellt den Hahn auf „Wasser zugeleitet, Gas abgeleitet“, und regelt nach dem Manometer in geeigneter Weise den Druck, so kann man, wenn man den entweichenden Sauerstoff in die Gasflamme leitet, mit dieser ein sehr anhaltendes und gleichmässiges Kalklicht erzielen. Man sieht leicht, dass auch zu einer Reihe anderer Zwecke, als Saug- wie als Druckpumpe die vorbeschriebene Anordnung Verwendung finden kann. Die Dimensionen des Apparates dürfen nicht zu gering bemessen sein, und es ist daher für seine Anwendung zu empfehlen, ihn an einem bestimmten Orte ein für alle Male anfzustellen. In Grössen von 60 bis 120 *l* und zum Preise von 72 bis 82 M. wird der Apparat von Dr. Eichhorn in Lüneburg geliefert. *F.*

Neuere elektrische Verbrauchsmesser.

The Electrician. **26.** *S. 332. (1891.)*

1. Verbrauchsmesser von Oulton-Edmondsen.

Der Apparat, welcher in seiner ursprünglichen Form in *Band* **24.** *S. 111 derselben Zeitschrift* ausführlich beschrieben wurde, ist im Prinzip mit dem bekannten Elektrizitätszähler von Prof. Aron identisch. Der Unterschied besteht darin, dass in dem ersteren Instrumente Torsionspendel benutzt werden, welche nur 15 Schwingungen in der Minute machen; in Folge dieser langen Schwingungsdauer braucht die beiden Pendeln gemeinschaftliche Feder eines Differentialuhrwerkes nicht so häufig aufgezogen zu werden. Das eine, mit einem astatischen Magnetsystem versehene Pendel wird in seinem Gange von dem zu messenden Strome beeinflusst und die Gangdifferenz beider Pendel in bekannter Weise registrirt. Die Anwendung eines astatischen Magnetsystemes hat den doppelten Vortheil, die Konstanz des Magnetismus besser zu gewährleisten und das Instrument gegen äussere magnetische Einflüsse unempfindlicher zu machen.

Der Apparat ist jetzt zur Messung des elektrischen Energieverbrauches (für Gleichstrom und Wechselstrom) eingerichtet worden. Das magnetische System besteht in dieser neuen Anordnung aus zwei astatisch befestigten Spulen mit einer doppelten (Compound-) Wicklung. Die hauptsächliche Wicklung der schwingenden Spulen besteht aus dünnem Draht und ist unter Vorschaltung einer festen Widerstandsrolle mit den beiden Polen der Leitung in Verbindung; die feste Widerstandsrolle dient dazu, die Konstante des Instrumentes auf einen bestimmten Werth zu bringen. Eine zweite (Korrektions-) Wicklung, welche von einem kleinen Bruchtheil des zu messenden Stromes durchflossen wird, ist dazu bestimmt, die Ablesungen an dem Zeigerwerk dem Energieverbrauch proportional zu machen. Die Spulen schwingen wie bei der früheren Form mit einer Schwingungsdauer von vier Sekunden in einem von dem zu registrirenden Strome erzeugten Magnetfelde.

2. Neuer elektrischer Verbrauchsmesser von Elihu Thomsen.

Das Instrument wird augenblicklich von dem Komitee, welches die Stadt Paris zur Begutachtung der verschiedensten elektrischen Verbrauchsmesser eingesetzt hat, einer Untersuchung unterworfen, deren Ergebniss zeigen wird, ob der Apparat die Vorzüge einer hohen Empfindlichkeit und grosser Genauigkeit in dem Maasse besitzt, wie ihm nachgerühmt wird. Ein im Maximum für 2500 *Watt* gebautes Instrument soll schon einen Energieverbrauch von 10 *Watt* registriren und die Genauigkeit der Angaben soll $^1/_{200}$ betragen

Der Verbrauchsmesser ist ein kleiner elektrischer Motor (ohne Eisen), dessen Arbeit durch eine magnetische Bremse absorbirt wird. Die Schenkelwicklung, welche auf zwei Rahmen mit rechteckigem Querschnitt angebracht ist, besteht aus zwei getrennten Wicklungen. Die Windungen eines dicken Drahtes werden von dem gesammten Strom durchflossen, während die aus dünnerem Draht bestehende Wicklung mit einem induktionslosen Widerstand von 1000 *Ohm* und dem Trommelanker hintereinander verbunden ist; an den Enden der so gebildeten Leitung herrscht die ganze Spannung. Die zweite Schenkelwicklung soll den Einfluss der Reibung aufheben. Die Gegenkraft wird durch Foucault-Ströme hervorgebracht, welche in einer zwischen permanenten Hufeisenmagneten rotirenden Kupferscheibe induzirt werden. Bei der stärksten Belastung beträgt die Umdrehungsgeschwindigkeit nur eine Umdrehung in der Sekunde. Durch Verstellen eines der Hufeisenmagnete kann die Konstante des Apparates auf einen bestimmten Werth gebracht werden. Die Magnete sind nach dem Verfahren von Strouhal und Barus magnetisirt; dasselbe scheint in der *Société Internationale des Electriciens* in Paris, wo dieses Instrument zuerst in Europa vorgezeigt wurde, noch nicht bekannt zu sein, da Herr Picou in dieser Gesellschaft dasselbe Verfahren als eigene Erfindung darstellte.

Lck.

Ein Ersatz der Woulff'schen Flaschen.

Von Theodor Gross. *Repert. d. Physik.* ***27.*** *S. 512. (1891).*

Die vom Verf. seit längerer Zeit schon an Stelle Woulff'scher Flaschen angewandte Vorrichtung zum gründlichen Waschen von Gasen erinnert in der Anordnung zum Theil an die von R. Müncke vor einiger Zeit beschriebene (*Dingl. Journ.* ***221.*** S. 138; ***235.*** S. 207). Dieselbe besteht aus zwei in einander gefügten Glasröhren. In die innere Röhre tritt das Gas ein und muss, da dieselbe unten verschlossen ist, sich durch eine Anzahl feiner Oeffnungen hindurchzwängen, welche sich am Ende der Röhre befinden. In der äusseren Röhre befindet sich die Waschflüssigkeit. Der Verf. bringt diese Anordnung in fast horizontaler Lage zur Anwendung und giebt ihr eine geeignete Länge, indem er damit bezweckt, dass das zu waschende Gas unter geringem Druck steht, aber doch einen ziemlich langen Weg durch die Waschflüssigkeit nehmen muss. *F.*

Neue Glasgefässe zu wissenschaftlichen Zwecken.

Von E. Leybold's Nachfolger in Köln. *Zeitschr. f. anal. Chemie.* ***30.*** *S. 450 (1891).*

Bei gewissen chemischen, physikalischen, pharmakologischen oder bakteriologischen Untersuchungen sind Glasgefässe mit ebenen, gleichmässig dicken und vollkommen durchsichtigen Flächen nöthig. Die Besorgung solcher Apparate stiess bisher auf Schwierigkeiten, indem entweder die Glasgefässe nicht Wände von der erwünschten Beschaffenheit hatten oder bei Anwendung planparalleler Glasgefässe die Zusammenstellung derselben zu den gewünschten Gefässen mangels geeigneter Bindemittel in gewissen Fällen nicht leicht war. Es ist der Firma E. Leybold's Nachfl. in Köln gelungen, aus Krystallspiegelglas mit Hilfe eines besonders präparirten Bindemittels Glaskästen, Hohlprismen und ähnliche Gefässe herzustellen, welche von den genannten Mängeln frei sind. Die Gefässe können mit wässrigen, alkoholischen, sauren oder alkalischen Flüssigkeiten gefüllt, auch im Luftbade auf 400° erhitzt werden, ohne Schaden zu nehmen. Eine Reihe solcher Gefässe zu verschiedenen Zwecken werden unter Beifügung von Abbildungen beschrieben. *F.*

Neu erschienene Bücher.

Alkoholometrische Reduktions-Tabellen. Von der K. K. Normal Aichungs-Kommission mit den amtlichen Tafeln übereinstimmend befunden und herausgegeben von Dr. Benno von Possanner. Wien 1890. K. K. Hof- und Staatsdruckerei.

Das vorliegende, mit grossem Fleisse bearbeitete umfangreiche Tafelwerk giebt in Tafel I die Verwandlung scheinbarer Spiritusstärken in wahre, und zwar bis zu 50% nach ganzen, darüber hinaus nach zehntel Prozenten fortschreitend. Die wahren Stärken werden dabei nach Hundertelprozenten angegeben, was gegenüber der Ungenauigkeit, mit welcher die Ablesung an der höchsten Stelle des Flüssigkeitswulstes, wie sie in Oesterreich üblich behaftet ist, etwas weitgehend erscheint. Diese Ablesungsmethode kommt der in Deutschland geübten an Genauigkeit nur dann gleich, wenn die Spindel absolut rein ist. Tafel II dient zur Ermittlung des Volumens, welches eine bei beliebiger Temperatur gemessene Branntweinmenge bei 12° R. einnimmt. Sie giebt in Dezimaltheilen des Liter die Zuschläge, welche auf je 100 *l* des vermessenen Branntweins zu machen sind, um jenes wahre Volumen zu erhalten. Tafel III dient zur Ermittlung des Volumens bei 12° R. einer Branntweinmenge, welche nach Gewicht und wahrer Stärke bekannt ist. Der Inhalt der Tafeln hat somit Aehnlichkeit mit den alten Tafeln von Brix und Conradi, sie sind jedoch weit umfangreicher und daher weniger handlich als diese. Für Deutschland haben sie einen Gebrauchswerth gegenwärtig nicht mehr, da hier vor einigen Jahren das Gewichtsalkoholometer und die hunderttheilige Temperaturskale für die Zwecke der Werthbestimmung des Branntweins eingeführt wurde. *P.*

N. Ceraski. Nouvelle construction de l'astrophotomètre de Zoellner et le collimateur photométrique. Moscou, Mém. Soc. Nat. M. 1,80.

N. Ceraski. Petit appareil à l'usage de ceux, qui étudient les magnitudes des etoiles. Moscou, Mém. Soc. Nat. M. 0,80.

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Wasserwaage. Von J. Sebald in Dietenheim. S. 6131. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 28. Sept. bis 23. Nov. 1891.[1])

Durch vorliegende Konstruktion wird ermöglicht, mittels derselben Wasserwaage horizontale, vertikale und geneigte Flächenlagen bestimmen zu können. Der Libellenträger besteht wie gewöhnlich aus einer vierkantigen Schiene *a*, welche bei Bestimmung horizontaler Flächen mit ihrer unteren Seite auf die abzuwägende Fläche gesetzt wird.

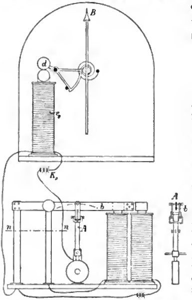


Neu ist an dieser Wasserwaage die Anordnung zweier Schenkel *b* und *c*, welche an den beiden Enden der Libellenschiene mit dieser durch Scharniere verbunden sind. Für die Abwägung nicht horizontaler Flächen wird der Schenkel *b* rechtwinklig zur Libellenschiene *a* hochgeklappt, gegen ihn der andere Schenkel *c* gestützt und letzterer mit ersterem durch Haken und Stift, welch' letzterer in ein Loch fällt, verbunden. Nun lassen sich mit der äusseren Fläche des Schenkels *b* vertikal gestellte Flächen abwägen, während durch Aufsetzen der Waage mit der äusseren Fläche des Schenkels *c* auf eine geneigte Fläche, diese bestimmt werden kann.

Beansprucht ist der Patentschutz für eine Wasserwaage mit zwei Schenkeln *b* und *c*, welche an den beiden Enden einer gewöhnlichen, aus Libelle und Wägeschiene *a* bestehenden Wasserwaage mittels Scharnieren drehbar befestigt sind und mit ihren freien Enden durch Verklinkung mit einander

[1]) Etwaige nach Ablauf der Einspruchsfrist beim Patentamte eingehende Beschwerden werden zwar dem Einsender gegenüber formell zurückgewiesen, doch kommt der materielle Inhalt des Einspruchs in der etwa 4 Wochen nach Ablauf der Einspruchsfrist stattfindenden Spruchsitzung zur Erwägung.

und mit der Libellenschiene zu einem rechtwinkligen Dreieck vereinigt werden können, um mit ein und derselhen Waage horizontale, vertikale und geneigte Flächenlagen bestimmen zu können.

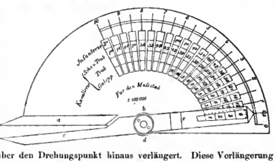


Elektrische Fernmessvorrichtung. Von F. Kratz, Königl. Regierungsbauführer, Berlin O, Holzmarktstr. 48a. K. 8894. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 28. Sept. bis 23. Nov. 1891.

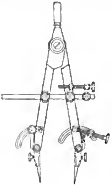
Der vorliegende Apparat soll die Angaben physikalischer und anderer Messinstrumente, insofern dieselhen durch Bewegung eines Zeigers auf einem Zifferblatt oder einer körperlichen Marke auf einer Skale bewirkt wird, auf grössere Entfernungen durch eine elektrische Leitung übertragen.

Beansprucht ist der Patentschutz für eine Fernmessvorrichtung, bestehend aus einem senkrecht zur Schwingungsebene der Feder *b* eines Neef'schen Hammers beweglichen Hebel *A*, der von dem messenden Apparat durch eine Verbindung *nn* in Bewegung gesetzt wird und mit seinem Ende die Feder *b* des Neef'schen Hammers federnd umschliesst, so dass bei der Bewegung des Hebels ein Stromkreis durch die Feder des Hammers und die federnden Kontaktstifte des Hebels länger oder kürzer intermittirend geschlossen wird. In Folge dessen zieht ein Elektromagnet e_2 einen federnden Zeiger *B* vermittels eines Ankers *d* mehr oder weniger an.

Zirkel mit Vorrichtung zur Bestimmung von Marschzeiten. Von C. Breuske, Prem.-Lient., Schoeneberg bei Berlin, Hauptstr. 22. B. 12384. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 28. Sept. bis 23. Nov. 1891.



Der Zirkel soll dazu dienen, auf Karten von bestimmtem Maassstabe sowohl die Entfernung zweier Punkte von einander, als auch die Zeit anzugeben, in welcher die Strecke von einer Truppenabtheilung zurückgelegt werden kann. Der eine Zirkelschenkel ist mit einem Gradbogen versehen, der andere ist über den Drehungspunkt hinaus verlängert. Diese Verlängerung läuft so auf dem Gradbogen, dass ihre Spitze die Kilometerzahl angiebt und ein Ausschnitt die Minutenzahl freigiebt, in der die bezeichnete Kilometerzahl durch Infanterie oder Kavallerie zurückgelegt wird.



Zirkel mit doppelter Feineinstellung. Von A. Nathan, Hamburg St. Pauli, Karolinenstr. 24 6. N. 2431. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 28. Sept. bis 23. Nov. 1891.

Vorliegende Erfindung betrifft eine Zirkelkonstruktion, bei welcher eine zwangläufige mikrometrische Verstellbarkeit der Zirkelschenkelöffnung die grobe Einstellung giebt, während eine zwangläufige mikrometrische Verstellbarkeit der einen Zirkelspitze die feine Einstellung vermittelt. Von der Parallelführung der Zirkelspitzen wird dabei, als nicht zweckmässig, Abstand genommen.

Beansprucht ist ein Präzisionszirkel, welcher zwecks genauer Einstellung und Richtung der Zirkelspitzen zwei verschiedene Mikrometer-Stellvorrichtungen hat, von denen die eine zwangläufig eine Veränderung der Schenkelwinkelöffnung und dem

zu Folge eine grobe Veränderung der gegenseitigen Entfernung der Zirkelspitzen ermöglicht, während die andere eine zwangläufige Veränderung der Richtung der einen Zirkelspitze und damit eine feine Veränderung der gegenseitigen Entfernung der Zirkelspitzen ermöglicht. Ferner einige Detailkonstruktionen der Mikrometerstellvorrichtungen: eine derselben zeigt nebenstehende Figur.

Elektrizitätszähler. Von H. M. Pilkington und R. S. White in Brooklyn, New-York V. St. A. P. 5283. Kl. 21. Einspruchsfrist vom 15. Oktober bis 10. Dezember 1891.

Patentanspruch. Bei Messvorrichtungen für elektrische Ströme, deren Zählwerk beim Durchfluss des elektrischen Stromes durch eine Erregerwicklung von der, eine Schaltwalze gleichmässig drehenden Antriebskraft bewegt wird, wird die Anordnung eines aus drei Rädern gebildeten Wendegetriebes beansprucht, welches zwischen der Antriebsvorrichtung (Uhrwerk u. s. w.) und dem Zählwerk eingeschaltet ist und durch Vermittlung eines von dem zu messenden Strome erregten Magneten durch die Schaltwalze periodisch um so länger in Eingriff gehalten wird, je stärker der Magnet bewegt wird.

Elektrizitätszähler. Von L. Goubert in Valence. Departement Drôme, Frankreich. G. 6802. Kl. 21. Einspruchsfrist vom 8. Oktbr. bis 3. Dezbr. 1891.

Patentansprüche: 1. Ein Elektrizitätszähler, bei welchem ein Flüssigkeitsfaden durch die Wirkung eines von dem Strom beeinflussten Wattmeters derartig geleitet wird, dass er die in einzelne Zellen getheilte Schaufeln eines Wasserrades in je der Stärke des das Wattmeter durchfliessenden jeweiligen Stromes entsprechenden Entfernungen trifft, wobei die hierdurch hervorgerufene Bewegung des Wasserrades einem Zählwerk beliebiger Art übertragen wird.

2. Ein Elektrizitätszähler der in Anspruch 1 gekennzeichneten Art, an welchem Führungsstücke angeordnet sind, welche den aus der hohlen Gegenfeder des Wattmeters herausströmenden Wasserfaden nach Abtheilungen der Schaufeln leiten, deren Entfernung von der Wasserradaxe dem Produkte EJ proportional ist.

3. An dem in Anspruch 2 gekennzeichneten Apparat die Anordnung einer Sperrung mit ausgleichender Gewichtsbelastung, bestehend aus einer in dem Gestell drehbar gelagerten Klinke, welche mit ihrem freien Ende die Drehung des Schaufelrades so lange hindert, bis das durch die Flüssigkeitsbelastung ausgeübte Drehmoment grösser wird als das durch die Klinke ausgeübte Moment, so dass durch die Veränderung der Belastung der Klinke die Grösse der zu messenden Einheit bestimmt wird.

Der vorliegende Elektrizitätszähler benutzt eine Flüssigkeit oder ein Gemisch von fliessbaren Stoffen, deren Ausfluss aus einem Gefässe durch einen elektrischen Messapparat auf einen hydraulischen Motor oder eine ähnliche Einrichtung geleitet wird, wobei dieser Motor einen Zählapparat oder einen Totalisator bekannter Konstruktion treibt.

Mikrophon-Kohlenwalze mit Isolirmantel. Von C. Vogt in Posen. V. 1664. Kl. 21. Einspruchsfrist vom 8. Oktober bis 3. Dezember 1891.

Patentanspruch: Eine mit Isolirmantel umgebene Kohlenwalze des Mikrophons, deren Zweck ist, dem elektrischen Strome keine Abweichungen zu gestatten und sowohl zu verhüten, dass bei etwaigem Anheben bezw. Bremsen dieser Kohlenwalzen die leitende Verbindung unter denselben unbedingt durch den Isolirmantel verhütet wird, als auch eine elastische Dämpfung zu erreichen.

Bei den bisherigen Mikrophonen war es ein Uebelstand, dass die Kohlenwalzen mit einem leitenden Mantel aus komprimirter Kohle umgeben wurden, wodurch der Strom der galvanischen Batterie nicht die Richtung behielt, die er halten sollte.

In der vorliegenden Anordnung soll es gelungen sein, diesem Uebelstande abzuhelfen und zwar dadurch, dass die aus einer homogenen Kohle bestehende Kohlenwalze ihrer Länge nach mit einem kürzeren Mantel aus Isolirmasse überzogen ist. Dieser Mantel besteht am besten aus einem Stückchen Schlauch aus Paragumen. — Eine so hergestellte Mikrophonwalze hat vor den anderen Kohlenwalzen, welche mit leitendem, meist aus Kohle bestehendem Mantel versehen sind, den Vorzug, dass dieselben in ihren Lagern zwischen den beiden Kohlenbalken nach rechts oder links verschoben werden kann, ohne dass dabei ein anderer Stromumlauf als durch die homogene Kohlenwalze bewirkt wird.

Theaterglas. Von H. Neuerburg in Köln, Allerheiligenstr. 9. N. 2413. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 12. Oktober bis 7. Dezember 1891.

Patentanspruch: Ein Theaterglas, dessen Rohre aus flachen Spiralfedern bestehen, welche sich zusammenschieben lassen und in dieser Lage durch einen Wirbel, der durch einen Schlitz der Vorderplatte hindurchgeht, festgehalten werden.

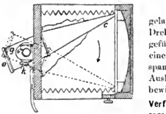
Das Theaterglas ist zusammenlegbar: Durch Zusammendrücken der Okular- und Objektivplatte nimmt dasselbe einen so geringen Raum ein, dass es leicht in der Westentasche getragen werden kann. Ermöglicht wird das Zusammendrücken dadurch, dass die beiden Rohre aus je einer flachen, konischen Spiralfeder bestehen, welche dabei doch einen vollständig sicheren Abschluss gegen das Eindringen falscher Lichtstrahlen gewährt. Der Abschluss der Rohre auf der Seite der Okulare geschieht durch eine Platte, in welcher die Okulare mittels Führungen in richtiger Lage gehalten werden und welche durch eine an der Okularplatte sitzende Schraube gegen die Abschlussplatte und somit gegen die Objektivgläser verstellt werden können.

Augengläserfassung. Von A. Rodenstock in Dresden, Schlossstr. 20. R. 6710. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 8. Oktober bis 3. Dezember 1891.

Statt der seither zum Verschluss der Brillenränder in Anwendung gebrachten Schliessschrauben, welche durch die Scharniere und Backen der Brillen gingen, ist an der Schliessstelle eine getheilte Schraubenspindel angebracht, von welcher der eine Theil an dem oberen, der andere an dem unteren Fassungsrand angelöthet ist. Auf dieser getheilten, konischen Schraubenspindel läuft eine Schraubenmutter. Beim Anziehen der Mutter werden die beiden Spindeltheile und mit ihnen die Fassungsränder zusammen gezogen. Beim Lockern der Mutter öffnen sich die Spindeltheile und die Fassungsränder, so dass also ohne Zuhilfenahme eines Instrumentes Gläser in die Fassung eingesetzt und herausgenommen werden können.

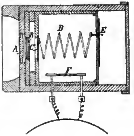
B. Ertheilte Patente.

Photographische Kamera mit schwingender Objektivhülse. Von W. Piukeruelle in Hamburg. Vom 18. April 1890. Nr. 55660. Kl. 57.

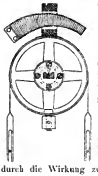


Die Objektivhülse *o* ist zwischen Stellschrauben drehbar gelagert und endet in der Kamera in einem Spalt *c*, der beim Drehen der Hülse vor der lichtempfindlichen Schicht vorübergeführt wird. Die Drehung der Objektivhülse wird mittels eines Federgehäuses *g* bewirkt. Dasselbe wird nach dem Anspannen der Feder von einem Sperrhebel *k* gehalten; die Auslösung des letzteren wird auf pneumatischem Wege bewirkt.

Verfahren und Apparat zum Anzeigen und Messen der Phosphoreszenz. Von J. Robinsohn in Grodno, Russland. Vom 30. Juli 1890. Nr. 56246. Kl. 42.



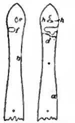
Die Phosphoreszenz eines Körpers wird nach diesem Verfahren in einer Sammellinse *A* aufgefangen und dann durch ein Gitterglas *B* zertheilt auf eine sehr empfindliche Selenplatte *C* übertragen. Von letzterer theilt sich die in Wärme umgesetzte Phosphoreszenz einer Spiralfeder *D* mit, welche sie in mechanische Arbeit umsetzt, die dem Beobachter dann durch ein Zeigerwerk *E* oder durch ein Mikrophon *F* wahrnehmbar gemacht wird.



Elektrizitätszähler. Von J. G. Munker in Nürnberg. Nr. 55230 vom 9. Juli 1890. Kl. 21.

Der Elektrizitätszähler giebt die durch einen Stromkreis gegangene Elektrizitätsmenge durch den Unterschied im Gange zweier Uhren an. Die Pendel der beiden sonst gleich gehenden Uhren sind an einem Bande befestigt, welches über ein Rad geschlungen ist. Das Rad wird durch die Wirkung zweier Stromspulen gedreht, so dass sich bei Stromdurchgang das eine Pendel verkürzt, während sich das andere verlängert.

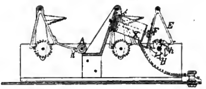
Pinzette. Von L. Hartmann & Sohn in Magdeburg. Vom 15. August 1890. Nr. 55970. Kl. 30.



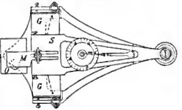
Um die Pinzette bequem auseinander nehmen und reinigen zu können, ist an der einen Pinzettenhälfte *a* ein Stift *c* mit Ansätzen *hh*, sowie ein federnder Lappen *d* angebracht, während die andere Pinzettenhälfte *b* eine dem Stift *c* entsprechende Bohrung *e*, sowie eine Wulst *f* trägt. Wird nun die Hälfte *b* auf die Hälfte *a* so aufgelegt, dass die Bohrung *e* sich über den Stift *c* schiebt, und *b* nun um 90° gedreht, so legt sich die Wulst *f* in die entsprechende Aussparung des federnden Lagers *d*, so dass eine Verbindung der beiden Pinzettenhälften *a* und *b* herbeigeführt ist.

Elektrisch betriebenes Vermerk- oder Zählwerk. Von R. Jewell in London. Vom 15. Juni 1890. Nr. 56031. Kl. 42.

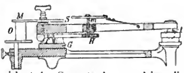
An dem Schalthebel *E* ist der Anker *F* des Elektromagneten *X* in der Weise befestigt, dass bei jeder durch den Stromschluss herbeigeführten Anziehung des Ankers der eine Arm des Schalthebels das Sperrrad und die Welle desselben um die Entfernung eines halben Zahnes dreht, beim Oeffnen des Stromkreises hingegen der andere, von einer Feder beeinflusste Arm des Schalthebels das Rad um die Strecke eines halben Zahnes vorwärts bewegt. Auf dieser derart bewegten Zifferblattwelle *A* ist eine Daumenscheibe *H* mit einer oder mehreren gekrümmten Flächen befestigt, in welche ein Ansatz des auf das Schaltrad der zweiten Zifferblattwelle einwirkenden Schalthebels in der Weise eingreift, dass durch die unterbrochene Bewegung der ersten Zifferblattwelle die gekrümmten Flächen der Daumen *h* dieser Welle den Schalthebel der zweiten Zifferblattwelle allmälig so weit vorwärts bewegen, bis derselbe in das Schaltrad des letzteren eingreift und auf diese Weise der Hebel freigegeben und durch Federwirkung wieder nach rückwärts gezogen wird, wodurch die zweite Zifferblattwelle um einen Theilstrich weiterbewegt wird.



Fein-Schneidevorrichtung. Von B. Hatschek in Prag. Vom 24. September 1890. Nr. 56101. Kl. 42.



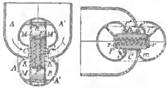
Der Messerträger *S* ist in einem Kugellager *l* beweglich und trägt einen Hebel *H*, auf welchen die Messschraube *m* wirkt. Dieser Hebel ruht mit seinen Füsschen *f* auf der Gleitbahn *G* und vermittelt die nach jedem Schnitte erforderliche Senkung des Messers *M*. Zu diesem Behufe wird die Schraube *m* nach Maassgabe ihrer Skale um ein bestimmtes Stück gedreht. *O* bezeichnet den Gegenstand, von welchem die Dünnschnitte angefertigt werden sollen.



Die Messerführung entspricht genau der von Thate in Berlin angegebenen. (*S. diese Ztschr. 1888. S. 176.*)

Mikrophon. Von A. E. Cedergren in Stockholm. Vom 23. Juli 1890. Nr. 56036. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon sind zwei mit geriefter Oberfläche versehene oder durch zwischenliegende Kohlenkörnermasse von einander getrennte Kohlenkörper so angeordnet, dass beide gleichzeitig von den Schallwellen getroffen und durch deren Wirkung gegeneinander bewegt werden. Zu diesem Zwecke ist der zweitheilige Schalltrichter *AA'* so eingerichtet, dass die Schallwellen durch zwei Kanäle *CC'* den Kohlenkörpern *KK'* zugeführt werden. Die Kohlenkörper können entweder an zwischen den beiden Hälften *AA'* des Schalltrichters mittels eines dazwischen liegenden Ringes *R* eingeklemmten Schallplatten *MM'* oder in Gemeinschaft mit ihrer Zwischenfüllung aus Kohlenkörnern und einem dieselben umschliessenden Filzring *F* in einen an der einen Schalltrichterhälfte angegossenen Metallring *r* eingeschoben sein.



Kneifer mit unbeweglichen Klemmbacken. Von Firma Joh. Schubert in Hannover. Vom 1. Juli 1890 Nr. 55829. Kl 42.

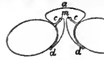


Fig. 1.

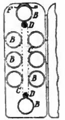


Fig. 2.

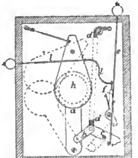
Um Kneifer sowohl für dickere als auch für dünnere Nasen gebrauchen zu können und in allen Fällen guten Stand der Gläser zu erzielen, ist die bei *d* (Fig. 1) befestigte Klemmfeder *a* in den Führungen *c* nach *m* zu verschiebbar. Wird der Klemmer (Fig. 1) auf eine dicke Nase gesetzt, so nehmen seine Theile die in Fig. 2 dargestellte Lage ein.

Photographische Detektivkamera. Von E. Bloch in Paris. Vom 15. August 1890 ab. Nr. 55443. Kl. 57.

Bei dieser Kamera werden die lichtempfindlichen Platten *B* mittels einer durch die Wellen *D D* bewegten endlosen Kette *C* nacheinander unter die Feder *F* geführt. In dieser Stellung befinden sie sich dem Objektiv gegenüber. Die ganze Kamera kann unter einer Kravatte verborgen werden; das Objektiv tritt alsdann an die Stelle der Kravattennadel.

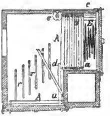


Momentverschluss für photographische Objektive. Von E. Wünsche in Dresden. Vom 8. Juli 1890. Nr. 55452. Kl. 57.



Die Verschlussblende *a* wird vermittels eines Kniehebels *b c* bewegt. Letzterer wird durch eine Klinke *f* gesperrt und nach dem Auslösen derselben von einer Feder *d* in seine Anfangsstellung zurückgeführt. Die zur Auslösung der Klinke *f* dienende Schnur *l* ist zugleich mit der Deckblende *h* verbunden, so dass beim Anziehen der Schnur zunächst die Deckblende von dem Objektiv entfernt und alsdann die Verschlussblende *a* ausgelöst wird. Die Einstellung des Verschlusses erfolgt mittels der Schnur *e*.

Photographische Kamera. Von L. Lumière in Lyon-Montplaisir. Vom 13. Mai 1890. Nr. 55519. Kl. 57.



Die Plattenträger *A* sind mit Führungsstiften *a* versehen und werden mit diesen in Nuten *e* der Kamera aufgehängt. Eine Feder *E* drückt die Platten gegen die Scheiben *e* und Leisten *d*. Das Auswechseln der Platten nach der Belichtung wird durch Drehung der Scheiben *e* bewirkt. Die oberen Stifte der Plattenträger treten in die Nuten der Scheiben *e* ein, worauf die Plattenträger nach unten verschoben und von den Scheiben freigegeben werden, so dass sie sich um ihre unteren Führungsstifte drehen und in den Aufstapelungsraum legen können. An den Seitenwänden angeordnete Federn *r* verhindern ein zu schnelles Fallen der Platten.

Für die Werkstatt.

Einfache Hobelvorrichtung für Drehbänke. *Bayer. Ind. u. Gew. Bl. 29. S. 334. (1891.)*

Diese Hilfsvorrichtung, welche sich jeder Drehbank anpassen lässt, dürfte zum Hobeln kleiner Stücke namentlich in kleineren Werkstätten, welche eine Hobel- oder Stossmaschine nicht besitzen, recht vortheilhaft verwendbar sein. Die Einrichtung besteht aus einem der Drehbankwange angepassten Aufsatzstück mit vertikal angearbeiteter Führung, auf welcher ein Schlitten verschiebbar ist. Dieser trägt auf der Rückseite, d. h. auf der nach der Spindel gewendeten Seite ein horizontales Leistenpaar, das also einen horizontalen Schlitz zwischen sich lässt. Eine in diesen Schlitz passende Rolle hat einen in einer der Spindel aufgeschraubten Planscheibe verstellbaren Stift als Axe. Bei der Rotation der Spindel wird also dem Schlitten von der Rolle eine auf- und abgehende Bewegung ertheilt, an welcher die auf dem Schlitten festgespannten Werkstücke Theil nehmen. Ein in den Support eingespannter Stahl dient als Hobelstahl. Die Vorrichtung wurde von F. M. Rogers in London ausgeführt. *Pensky.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XI. Jahrgang. **Dezember 1891.** Zwölftes Heft.

Ueber verschiedene Arten selbthätiger Stromunterbrecher und deren Verwendung.

Von
Dr. **V. Dvořák** in Agram.

Der unter dem Namen „Wagner'scher Hammer" bekannte Stromunterbrecher hat vielen anderen Apparaten als Grundlage gedient, die hier übersichtlich besprochen werden sollen. Zuvor werde ich jedoch die Theorie des Wagner'schen Hammers kurz andeuten, da dies zur richtigen Beurtheilung der verschiedenen Konstruktionen nothwendig ist.[1])

Es wird angenommen, dass die Blattfeder F (Fig. 1) in der Ruhelage des Ankers bei i die Kontaktschraube S eben berührt; ferner soll der Anker schon schwingen. Wird der Strom in der Lage O des Ankers geschlossen, so entsteht in den Windungen des Elektromagneten der Schliessungsextrastrom. Ist der Selbstinduktionskoëffizient L, und der Widerstand des Stromkreises R, so heisst $L/R = \tau$ die Zeitkonstante des Stromkreises. Im Allgemeinen ist L nicht konstant, es wird daher ein Mittelwerth vorausgesetzt. Der Hauptstrom erreicht in der Zeit τ ungefähr 63,2 % seines konstanten Endwerthes I_0; die vom Schliessungsextrastrome mitgeführte Elektrizitätsmenge ist $= \tau I_0$.

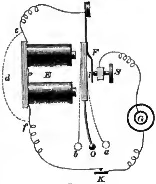


Fig. 1.

Streng genommen dauert der Schliessungsextrastrom eine unendlich lange Zeit; jedoch läuft derselbe beispielsweise bis auf 1 % seiner Anfangsintensität in einer sehr kurzen Zeit ab, die wir als Dauer des Extrastromes bezeichnen wollen. Hat der Stromkreis eine grössere Zeitkonstante, so wird auch die Dauer des Extrastromes grösser; bei sehr grossen Elektromagneten kann dieselbe einige Sekunden betragen. Die Zeitkonstante τ ist nur von den Dimensionen der Spule, nicht aber von der Drahtdicke (Windungszahl) abhängig. Durch Einführen von Eisen in eine Spule gewöhnlicher Form kann τ etwa verzehnfacht werden.

Wird der Strom in der Lage O des Ankers unterbrochen, so entsteht der Oeffnungsextrastrom; da aber der Stromkreis nicht geschlossen ist, so kommt derselbe fast gar nicht zur Entwicklung. Doch entstehen in dem Eisenkern durch Induktion kreisförmige Ströme, welche bewirken, dass der Magnetismus noch eine Zeit andauert. Aehnliche Ströme treten auch bei der Stromschliessung auf, doch

[1]) Eine ausführlichere Theorie mit Literaturangaben ist eben in *Wied. Ann. 44. S. 344. (1891)* erschienen. Uebrigens habe ich einige Punkte dieser Theorie schon in der Mittheilung „Zur Theorie und Konstruktion des elektrischen Läutewerkes und verwandter Apparate" *(diese Zeitschr. 1890. S. 43)* berührt.

ist ihr Einfluss in diesem Falle nur gering; es wächst der Hauptstrom Anfangs etwas rascher, und später langsamer, als es ohne diese Ströme geschehen würde.

Weiter wäre es möglich, dass zufolge der „magnetischen Trägheit" des Eisens der Magnetismus bei der Stromunterbrechung nicht sofort aufhört, auch ganz abgesehen von der Verzögerung durch Induktionsströme. Dieser Punkt ist noch nicht genügend klargestellt.

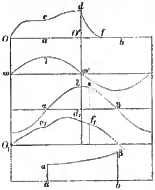


Fig. 2.

Trägt man in Fig. 2 die Zeit als Abszisse, und die anziehende Kraft des Elektromagneten auf den Anker als Ordinate auf, so erhält man beiläufig die Kurve *Ocdf*; dieselbe hat in der Mitte eine Einsenkung, weil der Anker in der Lage *a* am weitesten vom Elektromagneten entfernt ist, und die anziehende Kraft sehr rasch mit der Entfernung abnimmt. Das Kurvenstück *df* kommt auf Rechnung des den Strom überdauernden Magnetismus.

Wollte man noch darauf Rücksicht nehmen, dass der elektrische Kontakt bei *i* (nach Rayleigh) eine gewisse Zeit braucht, um sich zu entwickeln und um aufzuhören, so müsste man die ganze Kurve etwas nach rechts verschieben, und auch die Anfangs- und Endtheile derselben ein wenig verändern.

Diese Kurve *Ocdf* kann man in erster Annäherung in zwei Sinuskurvenstücke $\omega\gamma\omega'$ und $\alpha\delta\varepsilon$ zerlegen. Unten ist das Resultat der Zusammensetzung beider durch die Kurve $O_1c_1d_1f_1$ dargestellt, welche im Ganzen der Kurve *Ocdf* ähnlich sieht. Die erste Sinuskurve $\omega\gamma\omega'$ stellt bekanntlich eine Kraft vor, welche der Entfernung aus der Gleichgewichtslage *O* proportional ist; dieselbe trägt nichts zur Unterhaltung der Schwingungen bei, sondern summirt sich zur elastischen Kraft der Feder des Ankers, so dass die Schwingungsdauer kleiner wird, und zwar nur für die Bewegung des Ankers von *O* nach *a* und zurück; für die andere Hälfte der Schwingung bleibt die Dauer unverändert. Die zweite Sinuskurve hat gegen die erste eine Phasendifferenz von 90°; die ihr entsprechende Kraft ist es, welche die Schwingungen des Ankers unterhält, die sonst durch die Bewegungswiderstände bald aufgezehrt sein würden.

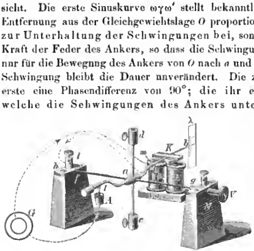


Fig. 3.

Um möglichst kräftige Schwingungen zu erzielen, wird man trachten müssen, dass die Sinuskurve $\alpha\delta\varepsilon$ möglichst zur Entwicklung komme. Dieses kann, wie ich gefunden habe, auf mehrere Arten geschehen, am einfachsten wohl dadurch, dass man den Oeffnungsextrastrom zur Entwicklung kommen lässt. Zur näheren Untersuchung dieses Gegenstandes habe ich einen Unterbrecher konstruirt, der auf Torsionsschwingungen eines elastischen Drahtes beruht.[1]) Der messingene Torsionsdraht *fg* (Fig. 3) ist 2 *mm*

[1]) Einen langsam gehenden Stromunterbrecher mit Torsionsschwingungen hat zuerst Elsass konstruirt und mit Vortheil zu Versuchen über Induktionsströme benutzt (*Wiedemann's Annal.* **37.** *S. 680. 1889*).

dick und 215 *mm* lang. Bei *f* ist derselbe in die Bohrung einer Metallplatte *hi* gesteckt und verlöthet, ebenso bei *g* in einen Konus von Eisen, der von oben durch eine Metallplatte und zwei Schrauben fest in einen Ausschnitt des schweren hölzernen Fusses *N* gepresst wird. Dieser Eisenkonus dient dazu, um den Draht gut anzuspannen, und ihn vermittels des Kopfes *V* nach Bedarf tordiren zu können. Auf dem Draht ist ein Querarm *lm* aufgelöthet, der an einem Ende eine Eisenplatte *K* (Länge = 43 *mm*, Breite = 16 *mm*, Dicke = 3,8 *mm*) trägt; diese dient als Anker für einen unterhalb befindlichen Elektromagneten *E*. Bei *l* und *m* befinden sich Unterbrechungsstifte mit Platinspitzen; ich verfertige dieselben aus starkem Nickeldraht, in welchen an einer Seite eine Längsbohrung von 1 *mm* Durchmesser gemacht wird; in diese Bohrung kommt ein streng passender, an einem Ende zugespitzter Platindraht. Die Unterbrechungsstifte tauchen in eiserne Quecksilbernäpfchen *A* und *B*. Jedes Quecksilbernäpfchen ist an einem federnden Messingstreifen *rs* befestigt (Fig. 3a) und kann mit der Schraube *Z* gehoben und gesenkt werden; auch kann man es behufs Reinigung leicht abschrauben.

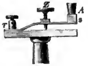


Fig. 3a.

Damit der Unterbrechungsstift die Quecksilberoberfläche auch bei starken Schwingungen möglichst wenig beunruhige, muss sein Endstück genau in der Bewegungsrichtung, also senkrecht zur Drehungsaxe liegen. Dieses wird erreicht, indem man den Querarm *al* hinaufbiegt, wie es in Fig. 3b veranschaulicht ist. Damit jedoch der Schwerpunkt des ganzen Systemes genau in die Drehungsaxe falle, was zur Vermeidung von Transversalschwingungen und zur Erzielung eines ruhigen Ganges nothwendig ist, muss man unten am vertikalen Querarm *cd* ein kleines Gewichtchen anbringen. Dieser Querarm ist aus einem 120 *mm* langen und 3,3 *mm* dicken Stahldraht gefertigt, und dient hauptsächlich dazu, um die Schwingungszahl durch Aufsetzen verschiebbarer Gewichte (von etwa 25 *g*) zu verändern.



Fig. 3b.

Um die Schwingungsweite zu bestimmen, dient eine dünne glänzende Nadel *b*, die vor einer Millimetertheilung λ steht, Die Ablesung geschieht am Rande der Theilung, und es muss hinter der Nadel ein Stück geschwärzter Pappe aufgestellt werden. Um die Parallaxe zu vermeiden, sieht man durch ein innen geschwärztes Röhrchen (oder eine kleine Oeffnung), das auf dem Fuss des Apparates befestigt ist, auf die Theilung. Die Entfernung *al* (von der Mitte bis zum Stift) war = 36 *mm*, *am* = 30 *mm*, *aK* = 52 *mm*, *ab* (bis zum Rande der Theilung) = 76 *mm*. Die Schwingungszahl war ohne aufgesetzte Gewichte = 21.

Unter das starke und schwere Grundbrett des Apparates werden Filzstücke untergelegt, damit sich die Schwingungen möglichst wenig auf den Tisch übertragen.

Ein Vortheil dieses Hammers ist, dass man beide Seiten des Querarms *lm* zu Stromschliessungen verwenden kann, und dass die Dämpfung der Schwingungen sehr gering ist. Setzt man den Hammer durch einen Anstoss in Schwingungen, so nimmt die Amplitude sehr langsam ab; demzufolge erhält man schon mit einem Daniell'schen Element kräftige Schwingungen. Um eine grosse Amplitude zu ermöglichen, ohne dass der Anker anschlägt, dreht man (mit einem Schraubenzieher) den Kopf *V* des Eisenkonus, so dass sich der Anker *K* etwas hebt; die Wirkung ist noch immer stark genug, trotzdem der Anker etwas weiter vom Elektromagneten absteht.[1])

[1]) Sehr gut lässt sich der Melde'sche Versuch, sowie der Versuch von Macé de Lépinay über die Nachahmung der Polarisation (*Journ. de Physique 1883. S. 433; Zeitschr. für phys. und chem. Unterr.* **2.** *S. 87*) mit diesem Apparat ausführen; man bindet eine Schnur (z. B. eine seidene Violin-*E*-Seite) an den Stift bei *l*; die Schwingungsbäuche sind so gross, dass man sie aus beträchtlicher Entfernung noch gut sehen kann.

Führt man den Strom eines Elementes *G* durch den Elektromagneten, dann zur Klemmschraube bei *i* und durch das Näpfchen *A*, so erhält man einen Wagnerschen Hammer. Zu den Versuchen wurde meistens ein Hufeisenelektromagnet verwendet; der Kern war 8,5 *mm* dick[1]); die Spulen waren 50 *mm* lang, 27 *mm* dick, aus 1 *mm* dicken Drahte vom Widerstande 0,86 *Ohm.*

Um nun dem Oeffnungsextrastrom eine geschlossene Bahn zu bieten, verbindet man die Enden der Elektromagnetspule durch einen passenden Nebenschluss (der in Fig. 1 mit *cdf* bezeichnet ist); es geht zwar in diesem ein Theil des Stromes verloren, aber dafür wird die Amplitude grösser, und der Oeffnungsfunke verschwindet fast ganz. Ich will nur einen Versuch anführen, wo der Nebenschluss einen Widerstand von 6,15 *Ohm* hatte; den Strom lieferte ein Daniellelement mit etwa 0,2 *Ohm* Widerstand. Die Schwingungsweite war

ohne Nebenschluss 19,5,
mit „ 26,3,

also um 30% grösser.

Auch kann man in dem Momente, wenn der Stromkreis unterbrochen wird, die Enden der Elektromagnetspule jedesmal kurz schliessen. Dazu dient das Näpfchen *B*; die Art der Schaltung ist aus Fig. 4 unmittelbar ersichtlich. Um die Vorrichtung, welche den Elektromagneten kurz schliesst („Extrastromfänger") nach Belieben ein- und auszuschalten, dient das Quecksilbernäpfchen *C*. Um den Extrastromfänger zu reguliren, hebt man das Näpfchen *B* langsam mit seiner Schraube, bis der Oeffnungsfunke im Näpfchen *A* plötzlich ganz schwach wird. So erhielt ich bei einem Versuche die Schwingungsweiten:

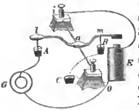


Fig. 4.

ohne Extrastromfänger 14
mit „ 23,7.

Noch einfacher erreicht man denselben Zweck (Entwicklung des Oeffnungsextrastromes), falls man den Hammer auf „Selbstausschluss" schaltet, wie dies bei elektrischen Läutewerken zuweilen geschieht, wenn man mehrere zugleich in denselben Stromkreis einschalten will. Fig. 5 zeigt die Art dieser Schaltung. Wenn der Stift *m* aus dem Quecksilber heraustritt, so geht der Strom durch den Elektromagneten *E*; taucht der Stift ein, so ist das Element *G* durch *O g a B R* kurzgeschlossen, und der Strom geht am Elektromagneten vorbei; in diesem Moment beginnt der Oeffnungsextrastrom, der über den Kurzschluss seinen Weg findet und sich somit frei entwickeln kann. Die Schwingungsweite ist im Allgemeinen beträchtlich grösser als bei gewöhnlicher Schaltung des Hammers, ausgenommen den Fall, wo die Zeitkonstante τ zu gross ist. Es dauert dann noch der Oeffnungsextrastrom, wenn schon der Hauptstrom wieder beginnt; die Veränderungen der Stromstärke werden dadurch kleiner, und es kann sogar bei grossem τ vorkommen, dass der Hammer nicht schwingen will.

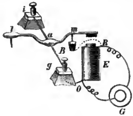


Fig. 5.

[1]) Nach den Versuchen von Tanakadate (*Philos. Magaz. 26. S. 450. 1888*) nützt eine Vermehrung der Dicke des Eisenkerns nichts mehr, sobald das Verhältniss der Dicke zur Länge grösser ist als $^1/_{15}$.

Einen Nachtheil hat die Schaltung auf Selbstausschluss, nämlich, dass die Batterie fortwährend kurzgeschlossen wird; jedoch wird der Oeffnungsfunke fast ganz unterdrückt, was besonders bei Verwendung von Platinkontakten und bei stärkeren Strömen sehr erwünscht ist; aus diesem Grunde hat Weinhold eine elektrische Stimmgabel mit Selbstausschluss konstruirt.[1])

Ein weiteres Mittel, um den Magnetismus noch eine Zeit nach der Stromunterbrechung andauern zu lassen, besteht darin, dass man die Elektromagnetspulen mit einer zweiten sekundären Wicklung versieht, und die Enden dieser Wicklung verbindet. Bei Unterbrechung des Hauptstromes wird in der sekundären Wicklung ein Strom induzirt, der den Kern noch eine Zeit lang magnetisirt. Bei einem solchen Elektromagneten war die Schwingungsweite

15,5, wenn die Sekundärwicklung nicht geschlossen war,
18,3 bei Schliessung der Sekundärwicklung.

Ein sehr ausgiebiges Mittel, um die Amplitude zu steigern, besteht darin, dass man den Stift in der Ruhelage etwas eintauchen lässt (oder bei Selbstausschluss, dass der Stift etwas über die Quecksilberoberfläche gehoben wird), während wir früher voraussetzten, dass der Stift in der Ruhelage die Quecksilberoberfläche eben berühre („normale Stellung" des Stiftes). Dieses setzt jedoch voraus, dass die Zeitkonstante τ nicht zu klein sei. Es kann sich dann der Strom für normale Stellung des Stiftes während einer halben Schwingungsdauer nicht ganz entwickeln. Verlängert man aber die Dauer der Stromschliessung durch Eintauchen des Stiftes, so hat der Strom mehr Zeit, sich zu entwickeln, und die Schwingungsweite wird grösser.

Sehr wichtig ist für jeden Unterbrecher die Zeitkonstante τ, die für jede Schwingungszahl des Hammers eine passende Grösse haben soll. Denken wir uns den Draht, der für den Elektromagneten bestimmt ist, in den Schliessungskreis einer Batterie eingeschaltet, und nach und nach auf den Eisenkern aufgewickelt. Die anziehende Kraft P des Elektromagneten wächst angenähert proportional mit dem Quadrate der Windungszahl N; auch die Zeitkonstante wächst, aber etwas langsamer. Sobald jedoch τ mit wachsendem N einen bestimmten Werth überschreitet, wird sich der Strom während einer halben Schwingung nicht mehr gut entwickeln können,[2]) und wenn auch P noch immer proportional mit N^2 zunimmt, so nimmt die variable Stromstärke immer mehr ab. Es kann, wie die Erfahrung zeigt, letztere Wirkung überwiegen, so dass eine weitere Vermehrung der Windungszahl nur schädlich sein würde.

Eine zu grosse Zeitkonstante $\tau = L/R$ kann man leicht herabmindern, indem man die elektromotorische Kraft der Batterie und zugleich den Widerstand R steigert, so dass die konstante Stromstärke I_0 unverändert bleibt. Vermuthet man zum Beispiel, dass die Zeitkonstante bei einem Stromunterbrecher zu gross sei, so kann man das Daniellelement bei unverändertem I_0 durch ein Bunsenelement ersetzen. Wird dadurch die Amplitude grösser, so ist dies ein Zeichen, dass τ bei Verwendung des Daniellelementes zu gross war. Ueberhaupt wird man finden, dass der Widerstand des Stromkreises durchaus nicht gleichgiltig ist, sollte auch die Stromstärke I_0 immer gleich bleiben.

---

[1]) Weinhold, *Physik. Demonstrationen, I. Aufl. S. 247. 1881.* [2]) Vorausgesetzt wird, dass sowohl der Widerstand der Batterie und der Widerstand des Drahtes, als auch die Schwingungsdauer des Hammers ziemlich klein sei.

Frühere Versuche, um die Konstruktion des Wagner'schen Hammers zu verbessern.

Um eine möglichst kräftige Wirkung zu erzielen, gaben **Siemens & Halske** dem elektrischen Läutewerk folgende Einrichtung.[1]) Es seien E_1 und E_2 die beiden Elektromagnetschenkel (Fig. 6), welche oben plattenförmige Ansätze *c* und *d* besitzen; der Anker *K* ist um *o* drehbar und steht unter der Einwirkung der elastischen Spirale *S*. *V* ist eine mit leichter Reibung um *f* drehbare Gabel, welche in der Ruhelage des Ankers durch das Querstück *g* an die Kontaktschraube *a* angedrückt wird. Der Strom geht durch den Elektromagneten, dann durch die Schraube *a* und bei *f* wieder heraus. Sobald der Elektromagnet den Anker anzieht, geht das Querstück *g* abwärts; jedoch bleibt der Strom so lange geschlossen, bis das Querstück unten an die Gabel *V* anstösst, worauf der Anker wieder zurückgeht. Durch diese Konstruktion wird erreicht, dass der Elektromagnet nur in der günstigen Periode auf den Anker wirkt, in der ungünstigen fast gar nicht.

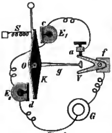


Fig. 6.

Früher wurde erwähnt, dass die Schwingungszahl des Unterbrechers durch elektromagnetische Erregung etwas vergrössert wird, und zwar in Folge der Kurve $\omega\gamma\omega'$ (Fig. 2), welche die Elastizität der Feder des Hammers unterstützt. Dieser Umstand kann bei Präzisionsversuchen sehr störend sein.[2])

Silv. P. Thompson[3]) suchte dies bei der elektrischen Stimmgabel so zu verbessern, dass er zwei gleichgestimmte Gabeln nahm, von denen die eine den Strom der andern unterbrach; es ist hierzu nur eine Batterie erforderlich. Beide Gabeln schwingen dann so, dass zwischen ihnen eine Phasendifferenz von 90° besteht.

Um die Einwirkung des Elektromagneten auf eine Gabel zu erhalten, müsste man die Kurve *Ocdf* (Fig. 2) um die Strecke *Oa* nach rechts verschieben. Silv. P. Thompson schlägt nun vor, die Selbstinduktion möglichst durch Einschaltung von Widerständen herabzusetzen; wäre dieselbe = Null, so erhielte man beiläufig die Kurvenform $a\alpha\beta b$ (Fig. 2, unten). Den Einfluss der Kontaktverzögerung nimmt S. P. Thompson als sehr klein an. Die anziehende Kraft des Elektromagneten würde dann auf den Anker während der Bewegung von *a* nach *b* (Fig. 1) wirken; in *b* wäre die Kraft grösser als in *a*, weil der Anker in *b* näher zum Elektromagneten steht. Da die Kurve $a\alpha\beta b$ keine Sinusform (wie die Kurve $\alpha\delta\vartheta$) besitzt, so dürfte die Schwingungszahl doch ein wenig verändert werden, auch abgesehen davon, dass Selbstinduktion und Kontaktverzögerung nicht völlig Null sind.

Gregory[4]) sucht denselben Zweck mit einer einzigen Gabel zu erreichen. Er nimmt dazu einen kleinen Transformator, nämlich einen Ring *R* (Fig. 7) aus mehrfachem Eisendraht mit doppelter Wicklung; die eine Wicklung ist mit der

[1]) Zetzsche, *Elektr. Telegraphie, IV. Bd. S. 33.* [2]) Man verwendet die elektr. Stimmgabel mitunter bei elektrischen Versuchen, um einen Stromkreis regelmässig zu unterbrechen. Klemenčič (*Exner's Repert.* **22.** *S. 587. 1886*) fand, dass dieselbe vollkommen verlässlich arbeitet, falls man nur die Schwingungsweite gross genug nimmt; seine Gabel machte 15 *mm* weite Schwingungen ($n = 32$). Prof. Ewald erregt die Stimmgabel durch einen Luftstrom (*Diese Zeitschr. 1891. S. 25*). [3]) *Philos. Magazine. August, 1886. S. 216. „Note on a Mode of maintaining Tuning Forks by Electricity."* [4]) *Philos. Magaz. Novemb. 1889. S. 490.*

Batterie G verbunden, und der Strom wird durch die Gabel bei O unterbrochen. Die zweite Wicklung ist mit dem Elektromagneten E verbunden; in derselben entsteht beim Schliessen des Stromkreises ein Induktionsstrom entgegengesetzter Richtung, beim Oeffnen ein solcher von gleicher Richtung, so dass die Gabel, deren Zinken magnetisch sind, bei jeder Schwingung zwei Impulse erhält.[1]) Nach Gregory erhält die Gabel diese Impulse im günstigsten Momente, nämlich wenn sie durch die Gleichgewichtslage geht; es soll dann auch die Schwingungszahl unverändert bleiben.

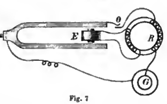


Fig. 7

Um dieses zu prüfen, kann man sich den Verlauf der Induktionsströme beiläufig verzeichnen.[2]) Bei Stromschliessung steigt der Hauptstrom, wie die Kurve Ocd (Fig. 7a); bei Stromunterbrechung fällt die Kurve fast senkrecht ab, indem der Ring nicht aus massivem Eisen besteht. Die Induktionsströme sind durch die punktirten Kurven Ogh (für Anziehung) und ikl (für Abstossung) dargestellt. Wegen der veränderlichen Entfernung der Zinken vom Elektromagneten müsste man noch eine Korrektion anbringen. Die Kurve Ogh ist nun durch die Kurve Ocd bestimmt (und umgekehrt); es wird also auch hier die Selbstinduktion eine wichtige Rolle spielen. Am ungünstigsten wäre der Fall, wo die Kurve Ogh möglichst symmetrisch um den Punkt a liegen würde, und somit beiläufig einer halben Sinuskurve gleichkäme; diese hätte eine ähnliche Wirkung wie die Kurve $\omega\gamma\omega'$ in Fig. 2.

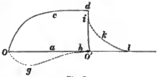


Fig. 7a.

Gregory führt noch eine Methode an, wo ein Kondensator von grosser Kapazität in den Elektromagneten der Gabel entladen wird, welche dann zwei Kontakte erhält.

Ich glaube, dass man doch eine elektrische Stimmgabel herstellen könnte, deren Schwingungszahl recht konstant wäre, nur müssten folgende Bedingungen erfüllt sein. Erstens müsste die Gabel recht kräftig gebaut sein; dann ist der Zuwachs der elastischen Kraft, der in Fig. 2 durch die Kurve $\omega\gamma\omega'$ dargestellt ist, gegenüber der eigenen elastischen Kraft der Zinken verschwindend. Es ist nämlich bei einem elastischen, an einem Ende befestigten Stabe mit rechteckigem Querschnitt von der Höhe h, die Schwingungszahl N proportional h/l^2, wo l die Länge des Stabes bedeutet. Soll N gleichbleiben, so muss h/l^2 konstant sein. Wirkt an dem Ende eine senkrechte Kraft P, so biegt sich der Stab, und das Ende verschiebt sich um eine Strecke $y = CPl^3/ah^3$, wo a die Breite des Stabes vorstellt. Nimmt man die Dicke h des Stabes $n$mal grösser, so müsste man, damit die Schwingungszahl N unverändert bleibt, die Länge l im Verhältniss von $\sqrt{n}:1$ grösser nehmen. Wollte man wieder dieselbe Verschiebung y des Endes erhalten, so müsste man die Kraft im Verhältniss von $(\sqrt{n})^3:1$ verstärken. Auch die Breite der Zinken a könnte man grösser nehmen, jedoch würde dadurch der Luftwiderstand anwachsen. Kräftige Gabeln haben ausserdem noch den Vortheil, dass sie, einmal erregt, ihre

[1]) Schon A. von Ettinghausen setzte eine Gabel durch Induktionsströme in Gang, und zwar zu dem Zwecke, um den zeitlichen Verlauf der Induktionsströme zu studiren; es waren hierzu zwei Gabeln nöthig (Wiedemann, *Elektrizitätslehre, IV. Bd., S. 258*). [2]) Siehe Wiedemann, *Elektriz. IV. Bd., S. 119.*

Schwingungen sehr lange beibehalten, besonders, wenn die Zinken ziemlich nahe stehen, und der Fuss (Untertheil) recht schwer ist; so tönt eine grosse Gabel Ut^3 von Koenig, einmal mit dem Bogen kräftig angestrichen, 10 Minuten lang. Solche Gabeln würden gegen zufällige Unregelmässigkeiten des Kontaktes unempfindlich sein.

Ferner wäre immer ein und dasselbe konstante Element zu verwenden, und der Unterbrechungsstift müsste in der Ruhelage immer dieselbe Stellung besitzen. Es wäre wohl am besten (aus naheliegenden Gründen), einen Nebenschluss zu verwenden, oder auf Selbstansschluss zu schalten; bei richtiger Wahl der Zeitkonstante wären schon ganz schwache Ströme hinreichend. Da die Schwingungszahl auch ein wenig von der Amplitude abhängt, so sollte man immer mit angenähert gleicher Amplitude arbeiten.[1]) Ich vermuthe, dass man bei Beachtung dieser Vorschriften die Konstanz der Schwingungszahl sehr fördern würde.

Verschiedene Formen der elektrischen Stimmgabel.

Anfangs hatte der Elektromagnet Hufeisenform, und umfasste die Zinken von aussen; für höhere Schwingungszahlen dürfte dies fast unbrauchbar sein, indem die Zeitkonstante eines solchen Elektromagneten zu gross ist. Man kann den Elektromagneten seitwärts stellen und nur auf eine Zinke wirken lassen. Auch kann man quer an dem Ende einer Zinke einen eisernen Anker anbringen, auf den der Elektromagnet wirkt. Jedoch dürften sich solche unsymmetrische Anordnungen kaum empfehlen, weil die einseitig wirkende Kraft die Gabel zur Seite zieht. In neuerer Zeit stellt man einen kurzen geraden Elektromagneten zwischen die Zinken, was trotz der Kleinheit des Elektromagneten eine sehr gute Wirkung giebt. S. P. Thompson (a. a. O.) glaubt, dass diese Anordnung von Rayleigh herrühre. Rayleigh nahm nämlich[2]) ein Stück Eisen Z von der in Fig. 8 gezeichneten Form, in dessen Vertiefung cd der Draht aufgewickelt wurde (eine Art „Siemens-Armatur" nach Rayleigh).



Fig. 8.

Bei meinen ersten Versuchen nahm ich einen nach dieser Vorschrift hergestellten Elektromagneten für eine Gabel von 392 ganzen Schwingungen (einen Ton tiefer, als das Stimm-a_1) aber es war unmöglich, die Gabel damit in Schwingungen zu versetzen. Nahm ich jedoch eine Eisenplatte ab, die mit Draht bewickelt wurde, so war die Wirkung sehr gut.[3]) Ich habe seitdem bei allen Stimmgabeln solche plattenförmige Elektromagnete verwendet. Oft nahm ich statt einer Platte zwei oder drei, die durch Papier getrennt wurden, um die Foucault'schen Ströme zu schwächen und um die Platten magnetisch zu isoliren; dieses dürfte jedoch nur bei hohen Stimmgabeln vortheilhaft sein.

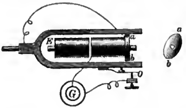


Fig. 9.

---

[1]) In den *Beiblättern zu Wiedem. Ann. 1891, S. 185* befindet sich ein Referat über die Arbeit von Heerwagen: „Studien über die Schwingungsgesetze der Stimmgabel und über die elektromagnetische Anregung". Diese Arbeit enthält wichtige Beiträge zur Theorie der Schwingungen einer Stimmgabel. [2]) *Theorie des Schalles, S. 78, 1877.* [3]) Siehe meine Mittheilung „Ueber einige akustische Bewegungserscheinungen, insbesondere über das Schallradiometer". *Sitzber. der Wiener Akad. Oktober 1881.*

Uppenborn[1]) stellt ebenfalls einen geraden Elektromagneten zwischen die Zinken, jedoch so, dass seine Axe den Zinken parallel ist (Fig. 9). Das eine Ende hat einen elliptischen Ansatz *a b*, der um seine Mitte gedreht werden kann; dadurch kann man die Enden *a* und *b* den Zinken näher bringen, und so nach Belieben die Anziehungskraft verstärken.

Lacour[2]) nimmt die Stimmgabel von Eisen, und steckt sie in eine Spule, in deren Höhlung sie frei schwingen kann. Bei Stromschliessung werden beide Zinken gleichnamig magnetisch und stossen sich ab.

Eine Zeitlang versuchte man, die Stimmgabeln als Rufer bei Telephonen zu verwenden. Ich verweise nur auf die Konstruktionen von Toepler und Siemens & Halske.[3]) Toepler zerschneidet den Eisenkern, und befestigt denselben an die Zinken; für einen zwischen den Zinken stehenden Elektromagneten *E* würde man die in Fig. 10 dargestellte Anordnung erhalten. Es ziehen sich nicht nur die beiden Hälften des Kernes kräftig an, sondern es treibt noch die elektrodynamische Einwirkung der Spule jeden Theil in die Spule hinein und unterstützt somit die Anziehung.

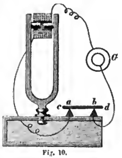


Fig. 10.

Gaiffe in Paris[4]) verwendet die Stimmgabel bei dem Audiometer von Ladreit de Lacharrière zur Erzeugung von Wechselströmen. Der Elektromagnet *E* Fig. 11 wirkt auf eine Gabelzinke *A* und unterhält die Schwingungen. Die andere Gabelzinke *B* erzeugt in der Spule *S* durch ihre Annäherung und Entfernung Induktionsströme. Es scheint, dass man denselben Zweck besser so erreichen würde, wenn man den Elektromagneten *E* mit einer zweiten Wicklung versehen möchte, in welcher dann Induktionsströme bei Oeffnung und Schliessung des Hauptstromes auftreten würden. Gaiffe bemerkt jedoch, dass der Kontakt bei *A* nicht regelmässig genug sei, was Störungen verursachen würde.

Gaiffe hat sogar in seinem Kataloge (S. 71) eine starke elektrische Stimmgabel nach Dr. Boudet *„pour le traitement des néuralgies par les vibrations mécaniques“* angeführt.

Appleyard[5]) benutzt ein Mikrophon *a b c d* (Fig. 10) um den Strom bei der elektrischen Stimmgabel zu unterbrechen; dasselbe ist auf dem Resonanzkasten befestigt. Auch Rothe und Kraft verwendeten ein Mikrophon, das durch eine Pfeife in Schwingungen versetzt wurde, als Stromunterbrecher.[6])

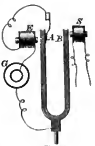


Fig. 11.

Am verlässlichsten ist noch für stärkere Ströme die Quecksilberunterbrechung. Wird der Oeffnungsfunken nicht unterdrückt,[7]) so verdirbt das Quecksilber rasch durch denselben; man lässt dann fortwährend verdünnten

[1]) *Berichte der elektrot. Versuchsstation München. No. 8 1888.* Die andere Hälfte der Wicklung stellt eine Sekundärspule (zur Erzeugung von Induktionsströmen) vor. [2]) Schwartze, *das Telephon, S. 64, (Hartlebens elektrot. Bibl. Bd. VI)*; dort findet sich noch eine Stimmgabelkonstruktion von Lacour. [3]) Ausführlich beschrieben in Zetsche, *Telegr. IV. Bd. S. 111.* Auch Puluj und Roentgen konstruirten Gabeln zu demselben Zweck; Weinhold und Fein verwendeten Glocken. [4]) In dessen Katalog S. 67. [5]) *Elektrotechn. Zeitschr. 1890. S. 103.* [6]) *Diese Zeitschr. 1889. S. 239.* [7]) Die verschiedenen Methoden zur Unterdrückung des Unterbrechungsfunkens hat S. P. Thompson zusammengestellt.

Alkohol darüberfliessen, der das Quecksilber abspült. Einen solchen „Spülkontakt“ hat Kronecker in *dieser Zeitschrift 1889. S. 240* näher beschrieben. Falls es sich nicht um Präzisionsversuche handelt, ist eine Abspülung nicht nöthig; man kann mit einer elektrischen Stimmgabel tagelang arbeiten, ohne das Quecksilber auszuwechseln, nur wird jedesmal etwas Alkohol aufgegossen. Auf dem Quecksilber bilden sich stehende Wellen, welche eine Kontaktverschiebung herbeiführen könnten; dies ist ebenfalls nur bei genauen Versuchen von Belang.

Bei grosser Amplitude spritzt mitunter der Alkohol herum, was sehr lästig werden kann. Man kann diesen Fehler verbessern, wenn man den Unterbrechungsstift bogenförmig gestaltet, so dass er genau in der Bewegungsrichtung liegt. Gewöhnlich steht ein gerader Stift senkrecht zur Zinke, und sein Ende *a* (Fig. 12) beschreibt einen schiefen Bogen *a O a'*; die an dem Stifte hängende Flüssigkeit wird dadurch weggeschleudert, und auch die Quecksilberoberfläche stark aufgewühlt. Der Stift sollte auch nicht zu lang sein.

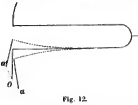


Fig. 12.

Oft versieht man die elektrischen Stimmgabeln mit Platinkontakt; eine gute Konstruktion findet man in Weinhold's Demonstrationen (a. a. O.)

Schwingende Stäbe.

An einem Ende eingeklemmte Stäbe haben den Vortheil, dass man die Schwingungszahl leicht durch Veränderung der Länge variiren kann; nachtheilig ist jedoch der Umstand, dass die Schwingungen allzusehr auf das Gestell übertragen werden. Ein solcher Stab, den man durch einen Anstoss in Schwingungen versetzt, kommt sehr bald zur Ruhe, was bei einer Stimmgabel von derselben Schwingungszahl nicht der Fall ist.

Einen vervollkommneten Unterbrecher mit schwingendem Stab (für physiologische Zwecke) hat Kronecker in *dieser Zeitschrift* (a. a. O.) beschrieben. Damit der Stab bei grosser Amplitude nicht an den Elektromagneten anstösst, sind die beiden Elektromagnetpole seitwärts angeordnet, so dass der Stab zwischen ihnen hindurchtritt.

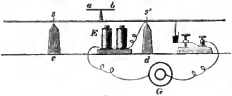


Fig. 13.

Rayleigh[1]) verwendet, um eine Parallelbewegung der Scheibe *a b* (Fig. 13) zu erzielen, eiserne Stäbe, die mit zwei Knotenpunkten schwingen. Ich habe diese Anordnung bei einigen Schulversuchen benutzt; *c* und *d* sind zwei oben zugespitzte Holzklötze, auf welche die beiden Knoten des Stabes zu liegen kommen. Die Lage des Stabes ist durch zwei kleine Löcher und zwei Stifte *s* und *s'* gesichert. Der Elektromagnet *E* kann bei starken Schwingungen gegen *d* hin verschoben werden, damit der Stab nicht anschlägt. Solche ganz freie Stäbe schwingen leichter und ruhiger als einseitig befestigte. Die Schwingungszahl könnte man durch Aufsetzen von Gewichten in der Mitte und an den Enden verändern.

[1]) *Beiblätter zu Wiedem. Annal. 1883, S. 644.*

Schlittenapparate.

Lewandowski hat 1888 den Schlittenapparat so eingerichtet, dass derselbe nach Belieben Oeffnungsinduktionsströme, Schliessungsinduktionsströme und Oeffnungsextraströme giebt.[1]) Fig. 14 zeigt die Schaltung, bei welcher nur Oeffnungsinduktionsströme den äusseren Stromkreis *c h d* der Sekundärspule *II* durchsetzen; *E* ist der Elektromagnet des Unterbrechers, *G* das Element, *I* die Primärspule. Beide Kontaktschrauben *R* und *S* berühren genau gleichzeitig den vibrirenden Kontakthebel bei *a* und bei *b*. Bei Schliessung des Hauptstromes ist die Sekundärspule durch die Leitung *c f b o g d* kurzgeschlossen, so dass der Schliessungsinduktionsstrom an der Leitung *c h d* (die natürlich einen viel grösseren Widerstand besitzt) vorbeigeht. Bei Oeffnung des Hauptstromes ist auch der Kontakt bei *b* geöffnet; der Oeffnungsinduktionsstrom muss die Leitung *c h d* durchsetzen.

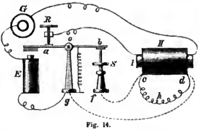


Fig. 14.

Ein Punkt an dieser Konstruktion erregt Bedenken; braucht nämlich der elektrische Kontakt eine merkliche Zeit, um sich zu entwickeln, so werden die Anfangstheile des Induktionsstromes nicht vollständig aufgefangen. Dieses dürfte für gewöhnlich kaum in Betracht kommen, besonders wenn die Induktionsströme nicht sehr rasch verlaufen; bei genauen Messungen könnte jedoch dieser Umstand eine Fehlerquelle verursachen. Ich habe versucht, diese Unsicherheit durch Anwendung zweier Unterbrecher mit fast gleicher Schwingungszahl zu vermeiden. Einer unterbricht den gemeinsamen Strom, der beide in Schwingungen versetzt; es besteht dann zwischen ihnen eine Phasendifferenz, die man nöthigen Falls durch Beobachtung der Lissajou'schen Kurven bestimmen könnte. Es soll z. B. der eine Unterbrecher den Strom in der Primärspule eben öffnen; der andere, der etwas voraneilt, hat unterdessen schon früher den Kontakt unterbrochen, so dass kein Theil des Induktionsstromes (über den Kurzschluss) verloren geht. Ich habe zwei grosse Stimmgabeln zu diesem Zwecke eingerichtet, aber es fehlte mir bis jetzt an Zeit, diese Einrichtung zu erproben.

Bohmeyer hat einen zu medizinischen Zwecken dienenden Induktionsapparat konstruirt, in welchem der Batteriestrom in die Primärspule bald rechts bald links eintritt und so für dieselbe zum Wechselstrom wird[2]); die physiologische Wirkung soll dadurch erhöht werden.

Schwingende Platten.

Ich habe eine kreisrunde Stahlplatte vom 2 *mm* Dicke und 300 *mm* Durchmesser auf elektromagnetische Art in kräftige Schwingungen versetzt, um einige Schulversuche über Interferenz des Schalles gut und bequem ausführen zu können. Die Platte muss überall gleich dick sein, und wird nach der Bearbeitung schwach ausgeglüht. Die Art der Montirung ist aus Fig. 15 unmittelbar ersichtlich.

[1]) Sehr ausführlich beschrieben in *Kleyers Encyklop; Induktionselektrizität von Krebs*; auch *Ekass* (a. a. O.) giebt seinem Unterbrecher eine ähnliche Einrichtung. [2]) Nähere Beschreibung im *„Elektrotech. Anzeiger"* (*Berlin*), *1891 No. 38 u. 42*. Es hat übrigens schon 1854 Riess und 1856 Rijke den Unterbrecher so eingerichtet, dass der Strom in abwechselnder Richtung durch die Primärspule geht (Wiedemann, Elektrizität IV).

Zuerst bestimmt man für den tiefsten Ton der Platte durch Anstreichen mit dem Bogen diejenige Lage der Knotenlinien, bei welchen die Platte am ruhigsten schwingt. Bekanntlich stehen die Knotenlinien, wenn die Platte nach dem Anstreichen sich selbst überlassen bleibt, nur für eine bestimmte Lage der Knoten ruhig; man bezeichnet diese durch eingeritzte Striche. Der recht leichte Unterbrechungsstift kommt in den Schwingungsbauch. Der Elektromagnet kommt unter den nächsten Schwingungsbauch; derselbe ist verschiebbar und steht Anfangs neben der Platte. Diese wird hierauf mit dem Bogen angestrichen, indem man den bezeichneten Knotenpunkt berührt; hierauf wird der Elektromagnet unter die Platte geschoben. Noch besser wäre es vielleicht, der Symmetrie halber, zwei Elektromagnete in zwei diametralen Bäuchen zu verwenden. Die Schwingungen sind bei Verwendung von zwei grossen Daniell's und des früher beschriebenen Elektromagneten sehr ausgiebig, und schon von weitem erkennt man auch ohne aufgestreuten Sand Bäuche und Knoten; die Knoten stehen ganz ruhig.

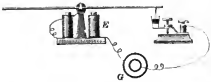


Fig. 15.

Die Tonhöhe erhebt sich durch die elektromagnetische Anregung um einen halben Ton; es scheint dies eine Folge der Curve $\omega\gamma\omega'$ (Fig. 2) zu sein, jedoch nur theilweise, indem noch ein anderer Umstand mitwirkt. Die Schwingungsdauer wird nämlich bei grosser Amplitude kleiner[1]); davon überzeugt man sich leicht, wenn man den Stromzufluss unterbricht; der Ton wird mit dem Ausschwingen der Platte allmälig tiefer.

Man kann die Platte auch mit sechs Knotenlinien schwingen lassen, jedoch wollen die Knoten bei meiner Platte nicht mehr ruhig stehen; man legt deshalb den Finger leise auf einen Knoten.

Melde[2]) setzte einen Zylinder von Eisenblech auf elektromagnetischem Wege in Schwingungen.

Schwingende Saiten.

Fig. 16 stellt die Verwendung einer schwingenden Stahlsaite als Unterbrecher dar; solche „Kontaktbrecher" oder „Rheotome" hat schon 1875 Gray[3]) benützt; später Melde (a. a. O.). Die Kontaktschraube *S* ist am Ende mit einem Platinplättchen belegt; will man einen reinen ruhigen Ton erhalten, so drücke man das Ende eines weichen Kautschukschlauches gegen *o* oder umwickle das Saitenstück *ao* mit Tuch. Obwohl bei *o* ein Knoten ist (die Tonhöhe

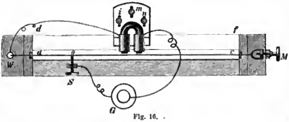


Fig. 16.

[1]) Bei Stimmgabeln wird im Gegentheil (nach den Untersuchungen von Heerwagen, (a. a. O.) die Schwingungsdauer mit wachsender Amplitude grösser, wenn auch nur sehr wenig. Trotz der grossen Amplitude und der grossen Ausdehnung der schwingenden Fläche erscheint der Ton schwach zufolge der Interferenz. Auch hört man die Oktave verhältnissmässig stark.
[2]) *Wiedemann's Annal.* **21.** *S. 453.* [3]) Schwartze, *S. 66.*

entspricht der Länge *oc*), so ist doch die schwache Bewegung hinreichend, um eine gute Unterbrechung zu bewerkstelligen.

Ich habe (1883) für Demonstrationsversuche ein elektrisches Monochord konstruirt; dassselbe ist aus zwei schweren massiven Holzleisten zusammengefügt, mit einem Zwischenraum von 2 *cm*, um den Schatten der Seite nötigenfalls auf einen Schirm projiziren zu können. Die Stahlsaite ist etwa 0,8 *mm* dick und 1 *m* lang[1]) für die Schwingungszahl $n = 128$. Der Elektromagnet besteht aus einem hufeisenförmig gebogenen Stücke Flacheisen, und ist auf der Leiste *df* verschiebbar. Derselbe ist auf einer Hartgummiplatte befestigt und kann durch Nachlassen der Schrauben *i*, *m*, *n*, der Saite etwas genähert oder von ihr entfernt werden.

Zur Erregung dient eine elektrische Stimmgabel von gleicher Tonhöhe; die Schraube *S* wird zurückgezogen. Um die Saite zu spannen dient ausser dem Stahlwirbel *W* noch die Schraube *M*.

Beleuchtet man die Saite intermittirend durch eine Gabel mit (nicht ganz genau) halber Schwingungszahl, so sieht man die Saite ganz langsam schwingen. Die Beleuchtungsgabel besitzt (nach Toepler) an jeder Zinke einen Spaltenschirm, und beide Spalten decken sich in der Ruhelage; dieselben kommen in den Brennpunkt einer Linse, auf welche durch einen Heliostaten Sonnenlicht dirigirt wird.

Das Monochord kann übrigens auch so aufgestellt werden; dass die Fig. 16 dargestellte Fläche wie bei einem gewöhnlichen Monochord nach oben sieht.

Eisenmann[2]) hat ein „elektrophonisches Klavier" konstruirt. Über jeder Saite steht ein Elektromagnet; die Stromunterbrechung besorgen 12 auf dem Resonanzboden befestigte Mikrophone.

Argyropoulos[3]) nimmt einen langen durch ein Gewicht gespannten Platindraht, der durch eine grosse Bunsenbatterie ins Glühen versetzt wird. Bei regelmässiger Stromunterbrechung dehnt sich der Draht periodisch aus, und es bilden sich auf demselben Bäuche und Knoten, ähnlich wie beim Melde'schen Versuch, wenn die Schwingungen der Stimmgabel in die Längsrichtung des Fadens fallen.

Schon früher setzte Kallmann[4]) eine Membran dadurch in Schwingungen, dass er sie an einen senkrechten Draht befestigte, durch den ein intermittirender Strom ging.

Breed[5]) unterbricht den elektrischen Strom durch ein Zahnrad, das von einem Uhrwerk getrieben wird; der Strom wird durch eine Metallsaite geleitet und versetzt dieselbe in Schwingungen; dieses soll zur Tonerzeugung bei Musikinstrumenten verwendet werden.

Apparate zur Erzeugung starker Töne.

Mit diesem Gegenstand habe ich mich schon seit längerer Zeit beschäftigt, indem zur Ausführung vieler akustischer Versuche starke Töne erforderlich sind, so z. B. zur Ingangsetzung der im Jahrgang 1883 S. 128 *dieser Zeitschrift* beschriebenen akustischen Rotationsapparate.[6]) Ich benutzte früher gewöhnlich einen

---

[1]) Wegen Raumersparniss ist das Monochord in der Figur 16 im Verhältniss zu kurz gezeichnet. [2]) *Elektrotechn. Zeitschr. (Berlin) 1891 S. 211.* [3]) *Wiedemann's Annal.* **41.** *S. 503. 1890.* [4]) *Beiblätter zu Wiedem. Annal. 1890. S. 22* (Inaugur. Dissert.) [5]) *Elektrotechn. Zeitschr. 1890. S. 585.* [6]) Handelt es sich um blosse Schulversuche, so kann man mit Vortheil ein konisches Rohr aus starkem Blech (oder guter glatter Pappe) benutzen, das man wie ein Horn anbläst. Ich konnte so einige akustische Rotationsapparate über einen ziemlich grossen

Stimmgabelapparat.[1]) Derselbe besteht aus einer elektrischen Stimmgabel *A* (Fig. 17), welche nur den Zweck hat, den Strom zu unterbrechen, und einer Gabel *B* auf Resonanzkasten, welche einen möglichst kräftigen Ton erzeugen soll. *G* ist eine Batterie von 2 bis 3 grösseren Bunsen-Elementen.

Die Unterbrechungsgabel soll möglichst wenig Kraft zur Unterhaltung ihrer Bewegung in Anspruch nehmen; nun schwingt jede Stimmgabel, einmal in Bewegung versetzt, um so länger, je weniger von ihren Schwingungen auf das Gestell übertragen wird; sie wird daher auch zur Unterhaltung ihrer Schwingungen weniger Energie verbrauchen.

Deshalb soll der Zinkenabstand ziemlich klein sein, denn nach Reichel[2]) schwingt eine Gabel mit kleinem Zinkenabstand viel länger als eine mit grossem. Der Stimmgabelfuss soll ziemlich schwer sein und wird derselbe in einen massiven Zinkkörper *abc* festgeschraubt, wobei je eine Metallscheibe und eine Lederscheibe untergelegt werden. Der Zinkkörper ist an ein recht dickes Brett von Weissbuchenholz mit drei Schraubenbolzen fest angezogen. Beim Gebrauche wird das Gestell an den Ecken mit Filz unterlegt.

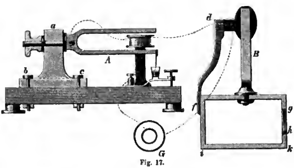


Fig. 17.

Man überzeugt sich übrigens leicht, ob die Gabel ihre Schwingungen nicht zu sehr auf das Gestell überträgt, indem man sie durch einen Schlag (mit einem gestielten Kautschuckstöpsel) in Schwingungen versetzt; die Schwingungen dürfen nicht zu bald erlöschen.

Was die Resonanzgabel *B* betrifft, so ist das Konstruktionsprinzip gerade entgegengesetzter Natur; sie muss nämlich ihre Bewegung möglichst stark auf den Resonanzkasten und die darin eingeschlossene Luft übertragen, denn nur dann wird die Luft in kräftige Schwingungen versetzt. Der Zinkenabstand ist daher grösser zu nehmen, was auch die Anbringung eines stärkeren Elektromagneten ermöglicht; derselbe wird auf einem Holzarme *df* an den Kasten befestigt.

Der Stimmgabelfuss soll leicht, die ganze Gabel aber recht kräftig sein, d. h. starke und breite Zinken besitzen. Dieselbe wird aus einem Stück besten Gussstahls herausgeschnitten.

Beim Resonanzkasten soll nicht nur die darin eingeschlossene Luft, sondern auch das Holz auf den Gabelton abgestimmt sein. Um den „Holzton“ zu bestimmen,[3]) füllt man den Resonanzkasten ganz mit Baumwolle, klemmt einen Kork zwischen die Zinken der Stimmgabel, und klopft auf den Boden des Kastens. Ist

Hörsaal in Gang bringen. Für den Ton *g* (einen Ton tiefer, als das Stimm-*a*) sind die Dimensionen: Länge 34 *cm*, weite Öffnung 9,5 *cm*, enge Oeffnung 1,5 *cm*. An letzterer befindet sich ein hölzernes, innen mit Siegellack bekleidetes Mundstück. [1]) Beschrieben in der *„Zeitschr. für Elektrotechn.“, Wien, 1884, 2. Heft*; die jetzige Konstruktion ist etwas verbessert. [2]) *Diese Zeitschrift 1883. S. 48.* [3]) Siehe *diese Zeitschrift 1883. S. 127.*

der Holzton zu hoch, so hobelt man die obere und untere Fläche des Kastens etwas ab. Es scheint besser, den Holzton ein wenig höher zu nehmen als den Stimmgabelton, weil der Ton durch die mitschwingende Luft etwas vertieft wird.

Den „Luftton" bestimmt man, wenn man schwach über den Rand der Kastenöffnung bläst. Das Luftvolumen des Kastens soll möglichst gross sein, und derselbe darf an der Mündung *gh* nicht ganz offen sein, sonst entstehen nicht genügend starke Luftschwingungen. Der Boden *ik* darf nicht aufliegen, sondern er muss frei bleiben; deshalb wird der Kasten an den Arm *fd* befestigt.

Zwischen die Resonanzgabel und die Unterbrechungsgabel wird ein Gyrotrop eingeschaltet, um die Resonanzgabel nach Belieben ein- und auszuschalten,[1]) und zwar so, dass bei der Ausschaltung ein entsprechender Widerstand eingeschaltet wird; sonst würde der Strom für die Unterbrechungsgabel zu stark sein. Zur Vermeidung des Extrastromfunkens wird ein geeigneter Nebenschluss von nicht zu grossem Widerstande eingeschaltet.

Zur Abstimmung der Unterbrechungsgabel dient ein U-förmiger stählerner Stimmdraht, der auf eine Zinke aufgesteckt wird; derselbe wird so lange verschoben, bis die Resonanzgabel am stärksten schwingt.

Da sich der Resonanzkasten mit der Zeit etwas ändert, so habe ich eine andere Konstruktion ausgeführt.

Auf die Enden der Resonanzgabel kommen runde Metallscheibchen *ii* (Fig. 18) von etwa 26 *mm* Durchmesser, welche in 18 *mm* lange Messingröhren *rr* hineinragen, in welchen sie mit möglichst wenig Spielraum beweglich sind. Die runden Messingröhren setzen sich in quadratische Kanäle fort, welche sich zu einem vereinigen. Dieser kann durch Aufsetzen einer kurzen gut passenden Pappröhre *cd* verlängert oder verkürzt werden, um die Luftsäule auf die Stimmgabel abzustimmen; die Länge *iab* ist etwas kleiner als $^1/_4$ Wellenlänge des betreffenden Tones. Vielleicht würde man noch einen stärkeren Ton erzielen, falls man durch Verlängerung des geraden Theiles *cd* die Länge *iab* etwa $= {}^3/_4$ Wellenlängen machen würde. —

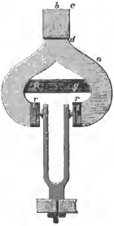


Fig. 18.

Die Röhren stehen in Wirklichkeit nicht vertikal, sondern horizontal; also denke man sich dieselben um 90° aus der Zeichnungsebene gedreht. Das Querstück *fg* dient zur Befestigung.

Schon vor langer Zeit benützte ich einen Apparat zur Erzeugung starker Töne, den ich aber bis jetzt nicht beschrieben habe. Obwohl das Prinzip des Apparates nicht neu ist, so dürfte vielleicht die Art der Konstruktion nicht ohne Interesse sein.

Auf einen Eisenkörper *FF* (Fig. 19) (dessen Vorderansicht rechts in der Figur angedeutet ist) wird durch einen Eisenring *RR* und sechs Schrauben eine

---

[1]) Dies ist auch ein Grund dafür, dass zwei Gabeln verwendet werden; man könnte ja sonst die Resonanzgabel *B* zur Selbstunterbrechung einrichten, wodurch die Gabel *A* wegfallen würde. Jedoch ist die Verwendung zweier Gabeln auch aus dem Grunde vortheilhaft, weil die Resonanzgabel *B* den Impuls des Elektromagneten im günstigsten Zeitpunkt erhält, was bei einer selbstunterbrechenden Gabel nicht der Fall ist.

Eisenmembran (ähnlich wie beim Telephon) aufgepresst. Die Membran trägt eine Eisenplatte *i* als Anker. Die Platte *i* ist nicht unmittelbar aufgelöthet, sondern es ist ein kleines rundes Scheibchen dazwischengesetzt. Der Elekromagnet E ist auf einem Schlitten beweglich und kann mit der Schraube *S* dem Anker genähert oder

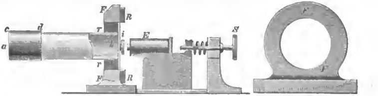


Fig. 19.

von ihm entfernt werden. Ein starkes Glasrohr *ab* ist in einen Ring *rr* von weichem Holz eingelassen, welcher wieder mit Wachs oder dergl. in den Eisenkörper *FF* eingekittet ist. Der Holzring darf die Membran nicht berühren.

Wäre die Membran nur ebenso breit wie die Glasröhre, so würden ihre Schwingungen am Rande des Röhrenquerschnittes = Null sein, und auch die Mitte könnte nicht so stark schwingen wie bei einem grösseren Durchmesser.

Der Strom wird durch eine besondere Stimmgabel unterbrochen; die Luftsäule in der Röhre kann durch ein verschiebbares Papprohr *cd* abgestimmt werden. Dieses ist jedoch nicht hinreichend; es muss auch die mit dem Anker belastete Membran abgestimmt werden. Zu diesem Zwecke entfernt man das Glasrohr und überzeugt sich durch Beklopfen der Membran, welchen Ton sie giebt. Ist derselbe zu hoch, so muss die Membran durch Abschaben und Befeilen dünner gemacht werden. Wäre der Ton zu tief, so müsste man den Anker befeilen. Man stimmt etwas höher, als die Gabel, weil durch Aufsetzen der Glasröhre der Ton vertieft wird. Es ist gut, wenn die Gabel kleine Laufgewichtchen besitzt, durch deren Verschiebung man eine genaue Uebereinstimmung zwischen Gabelton und dem Ton der Membrane sammt Luftsäule erreichen kann.

Die Tonstärke ist beträchtlich; jedoch erfordert der Apparat eine solide und feste Montirung.

Schlussbemerkung.

Die selbthätigen Stromunterbrecher kann man zu den elektrischen Motoren zählen, indem ein Bruchtheil der elektrischen Energie zur Unterhaltung der Schwingungen verbraucht wird. Ich habe mich durch Rechnung und Versuche überzeugt, dass selbst bei einem gut konstruirten Stromunterbrecher mit grosser Amplitude dieser Bruchtheil sehr klein ist (etwa $^1/_{100}$). Man könnte wohl die Konstruktion umändern, etwa nach dem Vorbild der magneto-elektrischen (oder dynamo-elektrischen) Maschinen.

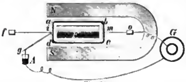


Fig. 20.

Es sei (Fig. 20) *NS* ein starker Hufeisenmagnet, und *abcd* ein beweglicher Drahtrahmen, der an zwei Torsionsdrähten *fi* und *mo* befestigt ist; *ig* sei ein senkrechter Querarm mit Unterbrechungsstift, *A* das Quecksilbernäpfchen, *F* ein zur Verstärkung des magnetischen Feldes angebrachter Eisenzylinder.

So erhält man einen Unterbrecher, der nach dem Muster der magnetoelektrischen Maschine von Siemens oder des Galvanometers von Deprez-d'Arsonval konstruirt ist.[1] Jedenfalls würde bei einem solchen Unterbrecher mehr elektrische Energie in mechanische verwandelt werden als bei der gewöhnlichen Konstruktion; auch wären die Schwingungen des Rahmens nicht durch Anschlag begrenzt. Jedoch wäre die Ausführung schwierig und für viele Zwecke nicht geeignet, so dass ich keineswegs behaupten will, dieser Vorschlag enthalte eine wirkliche Verbesserung.

Zur Konstruktion des Babinet'schen Kompensators.

Von
Dr. **K. E. F. Schmidt** in Halle a. S.

Eines der wichtigsten optischen Instrumente ist der Babinet'sche Kompensator. Obgleich über denselben in der Fachlitteratur vielfach berichtet ist, sind, soweit ich ersehen habe, die Bedingungen, welche die beste Konstruktion des Instrumentes ermöglichen, in der Praxis nicht in der wünschenswerthen Weise bekannt. Bei Gelegenheit anderer Untersuchungen war ich gezwungen, mich eingehend mit seinen Fehlerquellen zu beschäftigen, wodurch sich neue Gesichtspunkte ergaben. Bei der Wichtigkeit des Apparates scheint es zweckmässig, unter Benutzung der von Anderen und mir gesammelten Erfahrungen sämmtliche wesentliche Gesichtspunkte zusammenzufassen, welche den Optiker und Mechaniker bei Konstruktion des Apparates leiten sollen.

Die hauptsächlichen Fehlerquellen des Instrumentes, das bei fehlerfreier Konstruktion ausserordentlich scharfe Messungen der Phasendifferenzen erlaubt, können hervorgehen: a) aus fehlerhafter Anordnung des Kompensators am Apparat, b) aus falscher Orientirung der Quarzplatten in dem Instrument.

I. Anordnung des Kompensators am Apparat.

Die meisten Apparate gestatten den Kompensator in zwei Stellungen zu benutzen; vor der Objektivlinse des Beobachtungsrohres im parallelen Lichte oder im konvergenten Lichte im Fokus jener Linse. Bei ersterer Anordnung kann man den Einfallswinkel nicht mehr auf die bequeme Weise bestimmen, wie es beim Spektrometer sonst üblich ist, da man statt des gewöhnlichen Okulars einen Linsensatz einschieben muss, der die hintere Platte des Kompensators anzuvisiren gestattet, denn hier befindet sich der Interferenzort der Kompensatorstreifen[2]); bei der zweiten Anordnung geschieht die Winkelbestimmung in der gewöhnlichen Weise.

Fehlerfreie Messungen kann nur die erste Anordnung ergeben.

Bekanntlich sind alle Linsen mehr oder weniger doppelbrechend, sie hellen das Gesichtsfeld auf, wenn man sie zwischen gekreuzte Nikols schaltet. Bringt man daher den Kompensator hinter die Objektivlinse, so tritt zu der zu messenden Phasendifferenz noch eine sekundäre, die das Resultat der Messung nicht unerheblich entstellen kann.

[1]) Möglicherweise könnte ein ähnlicher Apparat als polarisirtes Relais dienen; die Schwingungen sind bei geschlossenem Stromkreis aperiodisch.

[2]) K. E. F. Schmidt. Zur Theorie des Babinet'schen Kompensators. *Wied. Ann.* **35.** *S. 360. (1888.)*

Untersucht man reflektirtes Licht, so kann man oft nur kleine Theile der Spiegelfläche benutzen; es kommt somit nur ein kleines Lichtbündel zur Untersuchung. Dieses wird nun bei der Reflexion seitlich verschoben, wenn die spiegelnde Fläche nicht genau in der Drehungsaxe des Spektrometers liegt, so dass seitliche Theile der Linse durchlaufen werden und das Licht unter schrägen Einfallswinkeln auf den Kompensator fällt.

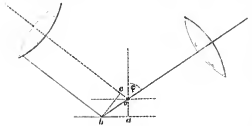


Fig. 1.

Ist $o\,a = h$ (Fig. 1) die Entfernung der spiegelnden Fläche von der Drehungsaxe o des Spektrometers, so ist $b\,c = \Delta$ der seitliche Abstand der Mitte des reflektirten Lichtbündels von der Linsenaxe.

Es ist nun: $b\,c = o\,b \sin(180 - 2\varphi)$,

$$\Delta = \frac{o\,a}{\cos\varphi} \sin 2\varphi = 2h \sin\varphi.$$

Für $h = 2\,mm$ findet sich bei $\varphi = 54^\circ : \Delta = 3{,}24\,mm$
$= 60^\circ : \quad = 3{,}48\,mm.$

Das auf die Objektivlinse treffende Lichtbündel wird also um 0,24 *mm* verschoben und trifft in Folge dessen unter anderem Winkel auf den in der Brennebene befindlichen Kompensator.

Um ein Urtheil zu gewinnen, wie weit diese Verschiebungen die Einstellungen am Kompensator beeinflussen, wurde ein mit einem Spalt versehener Schirm S vor der Objektivlinse L_2 (Fig. 2) senkrecht zu deren Axe mikrometrisch verschoben und in den verschiedenen Stellungen des Schirmes die Streifenlage im Kompensator C gemessen. (L_1 ist die Objektivlinse des dem Beobachtungsrohre gegenüberstehenden Kollimators, N_1 der Polarisator, N_2 der Analysator). Bedeuten $\pm a$ die Entfernungen der Spaltmitte von der Linsenaxe, C die Einstellungen am Kompensator, Δ die Unterschiede derselben gegen die für $a = o$ giltigen, in Wellenlängen angegeben, so fand sich:

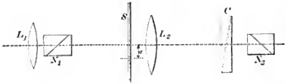


Fig. 2

a	C	Δ
− 2,4 *mm*	14,14	− 0,027 λ
− 1	14,24	− 0,012
0	14,32	0
+ 2	14,56	+ 0,036
+ 4,3	14,67	+ 0,051

Diese Beobachtungen ergeben also, dass in Folge des Durchganges durch die Linse und den veränderlichen schiefen Einfall auf den Kompensator sekundäre Phasendifferenzen in die Messungen kommen, die theoretisch nicht mehr zu über-

sehen, experimentell kaum zu ermitteln sind, da sich nicht genau feststellen lässt, welche Theile der Linse das Licht passirt hat.

Um absolut genaue Messungen zu liefern, muss der Kompensator vor der Objektivlinse angebracht sein.

II. Orientirung der Quarzkeile im Kompensator.

a) Fehler, die durch falsche Orientirung der Keile entstehen.

Eine unter bestimmten Verhältnissen sehr einflussreiche Fehlerquelle kann daraus hervorgehen, dass die Hauptschnitte der Quarzkeile nicht senkrecht gegen einander gerichtet sind und ferner ihre Neigungen gegen die Einfallsebene um kleine Beträge von 0° und 90° abweichen. Auf diese Fehlerquelle hat Liebisch bei Konstruktion des Kompensators Rücksicht genommen. Die Quarzkeile des nach seinen Angaben verfertigten Instrumentes können durch kleine Stellschrauben in ihrer Ebene gedreht und auf diese Weise richtig orientirt werden. Zur Erleichterung der Justirung würde ich vorschlagen, den bei der Einstellung festen Keil an einem Tubus anzubringen, der in einen zweiten, mit dem Gehäuse fest verbundenen, eingeschoben werden kann. Zum Zwecke der Justirung des beweglichen Keils würde der Tubus zunächst entfernt und nach vollzogener Justirung eingeschoben, und der zweite Keil durch Drehen gegen den ersten orientirt werden.

Hennig hat die Fehler, die auf diese Weise entstehen, durch Rechnung festgestellt. Dieselbe ist unter der Annahme durchgeführt, dass die Keile gegen einander fehlerfrei orientirt sind, was nicht immer erfüllt ist. Ich habe daher die Rechnungen für den allgemeinsten Fall angestellt, deren Resultat hier angegeben werden soll. Bildet man den Ausdruck für die Intensität des durch den Analysator gelangten Lichtes, so ergiebt sich:

$$\begin{aligned} 2J = {} & \cos^2(\alpha_1 - \alpha_2) - \sin 2\alpha_1 \sin 2\alpha_2 \sin^2 \tfrac{1}{2}\,[\Delta + (\delta_e - \delta_e') - (\delta_o - \delta_o')] \\ & + \sin 2\alpha_1 \cos 2\alpha_2 \big[\varepsilon_1 \cos\Delta - \eta \cos(\Delta + \delta_e - \delta_o) \\ & - \varepsilon_2 \cos[\Delta + (\delta_e - \delta_e') - (\delta_o - \delta_o')]\big] \\ & + \sin 2\alpha_2 \cos 2\alpha_1 \big[-\varepsilon_1 \cos[(\delta_e - \delta_e') - (\delta_o - \delta_o')] + \eta \cos(\delta_o' - \delta_e') + \varepsilon_2\big]. \end{aligned}$$

In dieser Formel bedeuten:

α_1 = Winkel zwischen Einfallsebene und Polarisationsebene im Polarisator,
α_2 = „ „ „ „ „ „ Analysator,
ε_1 = „ „ „ „ Hauptschnitt im 1. Keil,
$90 + \varepsilon_2$ = „ „ „ „ „ „ 2. „ ,
$\eta = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$,
Δ = Phasendifferenz der ⊥ u. ∥ zur Einfallsebene polarisirten Komponenten,
δ_e = Verzögerung der ersten Komponenten durch den ersten Keil,
δ_o = „ „ „ „ „ „ zweiten „ ,
δ_e' = „ „ zweiten „ „ „ ersten „ ,
δ_o' = „ „ „ „ „ „ zweiten „ .

ε_1 und ε_2 sind so klein angenommen, dass $\sin\varepsilon_1 = \varepsilon_1$ ist, u. s. w.

Aus dieser Gleichung folgt, dass Orientirungsfehler den kleinsten Einfluss haben, wenn $\alpha_1 = 45°$ ist.

Wird α_1 klein, so wird das letzte Glied der Gleichung von gleichem Einfluss auf J wie das zweite. Der Kompensator wird nun so eingestellt, dass an der festen Marke $J = o$ wird und hier ein dunkler Streif erscheint. In dem Falle,

wo $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = o$ wäre, würde für kleine α_1 also eine andere Einstellung gemacht werden, als es bei falscher Orientirung der Keile geschieht. Man findet demnach durch die Messung einen gänzlich anderen Werth für die gesuchte Grösse Δ, die nach meinen hierauf bezüglichen Beobachtungen den wahren Werth um das 10fache verändern kann.

b) Fehler, die durch Einstellung des verschiebbaren Keiles entstehen.

Bei der Einstellung des Keiles können Drehungen vorkommen 1. um eine Axe, die parallel den Lichtstrahlen liegt, 2. um eine Axe, die nahezu senkrecht zu den Strahlen steht. Beide Bewegungen erzeugen Fehler in der Messung.

Das Vorhandensein der Drehungen um die zweite Richtung lässt sich mit Hilfe des Gauss'schen Okulars nachweisen und der Grösse nach annähernd abschätzen. Man erzeugt durch senkrechte Reflektion an der einen Grenzfläche des Keils ein Bild des Fadenkreuzes in bekannter Weise. Bringt man das Bild mit dem Fadenkreuz zur Deckung, so müsste diese bestehen bleiben, wenn bei der Bewegung die Platte sich selbst parallel bleibt; jede Drehung um eine zu den Lichtstrahlen geneigte Axe ändert diese Einstellung. Sie bewirkt, dass die Lichtstrahlen den Keil in einer anderen Richtung durchsetzen und ertheilt somit den Strahlen neue Gangunterschiede.

Ich untersuchte zwei Kompensatoren[1]) und fand, dass beide diesen Fehler zeigten. Wiederholte man an derselben Stelle der Schraube die Einstellung, so war der Keil bald $^1/_2{}'$, bald $1'$, bald $2'$ gegen die anfängliche Lage geneigt. Verschob ich ferner den Keil mit der Mikrometerschraube, so bewegte sich das Bild des Fadenkreuzschnittpunktes in geschlossenen kreisförmigen oder elliptisch gestalteten Kurven, wie Fig. 3a und 3b zeigt.

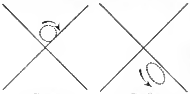


Fig. 3a. Fig. 3b.

Diese Drehungen waren ihrer Grösse nach verschieden, sie erreichten öfter $6'$ bis $8'$.

Man gewinnt ein Urtheil über den Einfluss dieses geänderten Durchganges der Lichtstrahlen auf die Einstellungen, wenn man den Kompensator auf die Mitte des Prismentisches stellt und das Licht einmal unter dem Einfallswinkel $0°$, dann etwa unter $30'$ auf den Kompensator fallen lässt. Der Streifen nimmt in beiden Stellungen eine verschiedene Lage ein. Die Differenz der Einstellungen betrug in Umdrehungen der Schraube (u) für

den Haller Kompensator (Keilwinkel $3°\ 6'$): $0,^u74 = 0,02\,\lambda$,

„ Königsberger „ („ $48'$): $0,^u2 = 0,009\,\lambda$.

Zur Bestimmung der Drehungen um die den Lichtstrahlen parallele Richtung wurde der Kompensator auf dem Schlitten einer Theilmaschine befestigt und mit einem feststehenden Mikroskop die Bewegungen einer Marke, die auf dem beweglichen Schlitten angebracht war, gegen einen festen Okularfaden beobachtet.

[1]) Der eine gehörte dem Haller Phys. Laboratorium und ist von Schmidt & Haensch angefertigt. Der andere gehört dem Königsberger mineralogischen Institut und ist von R. Fuess-Berlin hergestellt. Herr Dr. Hecht hatte mir das Instrument zu Messungen gütigst übersandt.

Bei Bewegung des Schlittens durchlief die Marke einen in der Fig. 4 dargestellten Weg. Die Messung ergab, dass die erzeugenden Drehungen bis zu 1° betrugen. Die Bewegungen dieser Art waren nicht gleich gross an allen Stellen der Schraube; ihr Betrag wechselte auch bei Rechts- und Linksdrehung der Stellschraube.



Fig. 4.

Bei dem noch weniger benutzten Haller Instrument war eine derartige unregelmässige Bewegung nicht zu beobachten.

Durch diese Bewegungen wird eine fehlerhafte Orientirung der Keile gegeneinander erzeugt, die schon Seite 441 besprochen ist.

Die beschriebenen Unregelmässigkeiten in der Schlittenführung sind auch die Ursache zu Verschiebungen des Nullpunktes. So ergab eine Reihe direkt hinter einander ausgeführter Bestimmungen desselben am Haller Kompensator:

$\Delta = 0$	$\Delta = 1/2\,\lambda$
1. Einstellung 77,471	
	2. Einstellung 74,312
3. „ 77,381	
	4. „ 74,363
5. „ 77,407	

(Die Zahlen sind Mittelwerthe aus je 5 Einstellungen; Δ ist der Gangunterschied der $\perp$ und $\parallel$ zum ersten Hauptschnitt polarisirten Komponenten.)

Die grösste Differenz 0,09 entspricht einer Aenderung des Nullpunktes um 0,014 λ; die kleinste 0,05 = 0,008 λ.

Obgleich die Schlittenführung am Königsberger Kompensator sich als weniger vollkommen erwies wie im Haller Instrument, ergaben sich nicht so grosse Abweichungen.

Ich fand z. B.

$\Delta = 0$	$\Delta = 1/2\,\lambda$
1. Einstellung 43,388	
	2. Einstellung 32,202
3. Einstellung 42,328	

0,06 entsprechen 0,003 λ.

Der Grund zu diesem günstigeren Resultate ist in dem kleineren Prismenwinkel der Quarzkeile zu suchen.

Die Quarzkeile erweisen sich überhaupt für die Einstellungen vortheilhafter. Wenngleich die Streifen breiter erscheinen, ist doch die Genauigkeit der Einstellung fast dieselbe wie bei schmaleren Interferenzstreifen. Dazu tritt als günstiger Umstand, dass der bewegliche Keil um eine grössere Strecke verschoben werden muss, um eine bestimmte Phasenaenderung zu kompensiren. Vergleichende Messungen ergaben:

Keilwinkel	Fehlergrenzen günstige Belencht.-Verh.	ungünstige Beleucht.-Verh.
48′	0,002 λ	0,009 λ
3° 6′	0,007 λ	0,015 λ

Die Fehlergrenzen geben die Differenz der am weitesten von einander abstehenden Zahlen in einem Beobachtungssatze in Wellenlängen an.

Quincke[1]) giebt für einen Kompensator mit 15′ Keilwinkel jene Fehler-

[1]) Quincke, *Pogg. Ann. 127. S. 210. (1866.)*

grenzen zu 0,003 bis 0,007 λ an. Um die Streifen unter solchen Verhältnissen noch scharf zu erhalten, darf man nur geringe Vergrösserungen im Beobachtungsrohr anwenden.

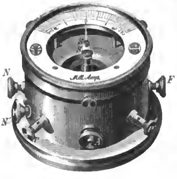
Für die Konstruktion eines guten Kompensators sind nach den vorstehenden Ausführungen folgende Regeln zu beachten:

1) Der Kompensator ist vor der Objektivlinse des Beobachtungsrohres anzubringen. Das Okular ist durch ein geeignetes Linsensystem, das die hintere Grenzfläche der Kompensatorkeile anvisirt, zu ersetzen.
2) Die Quarzkeile müssen durch geeignete Stellschrauben gegen einander orientirt werden können.
3) Die Schlittenführung für den beweglichen Keil muss so genau wie irgend möglich gearbeitet sein.
4) Die vortheilhafteste Grösse der Keilwinkel beträgt etwa 30′.

Halle a. S. Physik. Laboratorium.

Transportables Horizontalgalvanometer[1]) der Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen.

Das von der obengenannten Firma neu eingeführte Instrument ist, wie aus der nebenstehenden Figur zum Theil hervorgeht, in der folgenden Weise eingerichtet. Auf einer Grundplatte aus Messing ist der Obertheil drehbar befestigt; die Drehung erfolgt um einen mit der Grundplatte verschraubten Kupferdämpfer, welcher in der Mitte der Figur (unter S und S') angedeutet ist. Der Zeiger des Galvanometers lässt sich in Folge dieser Anordnung stets auf den Nullpunkt der Skale einstellen, welche Richtung die äussere magnetische Kraft an dem Standort des Galvanometers



auch haben mag. In dem drehbaren, mit einem Hartgummimantel versehenen Obertheil sind die Galvanometerspulen untergebracht, deren Enden mit den Klemmen P und P' in Verbindung stehen. Um das Instrument nicht nur für medizinische, sondern auch für andere Zwecke, z. B. zur Verwendung bei elektrolytischen Arbeiten, brauchbar zu machen, sind zwei Nebenschlüsse vorgesehen, welche die Empfindlichkeit im Verhältniss 1 : 10 und 1 : 100 herabsetzen. Das Einschalten dieser Nebenschlüsse erfolgt in sehr bequemer Weise einfach durch festes Anziehen einer der Schrauben N (bezeichnet mit 1 : 10) und N' (bez. mit 1 : 100); bei voller Empfindlichkeit liegt der Messbereich zwischen 0,0001 und 0,005 *Ampere* und mit Hilfe der Nebenschlüsse können Stromstärken bis zu 0,5 *Ampere* gemessen werden.

[1]) Der Preis des Galvanometers beträgt 65 Mk.; zum bequemen Justiren wird auf Wunsch ein Dreifuss mit Stellschrauben und eine auf den Rand des Glasdeckels aufzusetzende Libelle für 10 Mk. mitgeliefert.

Der durch die Spulen fliessende Strom wirkt auf einen Glockenmagneten, welcher an einem Kokonfaden mittels der Schraube *S* aufgehängt ist. Durch diese Anordnung wird, im Vergleich zu anderen Instrumenten, deren Magnete auf Spitzen schwingen, eine höhere Empfindlichkeit des Galvanometers und eine grössere Sicherheit der Angaben erzielt. Die Schraube *S'* erlaubt beim Einziehen eines neuen Kokonfadens die Länge desselben passend zu reguliren. An dem Glockenmagneten ist ein Zeiger befestigt, welcher über einer mit dem Obertheil des Galvanometers drehbaren Skale schwingt. Die Schraube *A* vermittelt eine sehr sichere Arretirung des Magneten, so dass man das Instrument mit Leichtigkeit transportiren kann, ohne ein Abreissen des Kokons befürchten zu müssen. Sollte das Einziehen eines neuen Aufhängefadens nöthig sein, so kann der mit Bajonnetverschluss versehene Glasdeckel leicht entfernt werden. Die Schraube *F* dient dazu, den drehbaren Obertheil festzuklemmen, wenn das Instrument richtig justirt ist.

Vor dem Gebrauche des Galvanometers löst man die Arretirung *A*, stellt den nunmehr freischwingenden Zeiger durch Drehen des Obertheils auf den Nullpunkt der Skale ein und zieht die Fixirungsschraube *F* an. Die Dämpfung ist eine sehr gute; der Magnet kommt nämlich nach etwa drei halben Schwingungen in wenigen Sekunden zur Ruhe. Der Zeiger muss derart an dem Magneten befestigt sein, dass beim Umkehren des das Galvanometer durchfliessenden Stromes die Ausschläge nach beiden Seiten der Ruhelage gleich gross sind; (sollte diese Bedingung nicht genau erfüllt sein, so kann man leicht durch Verbiegen des Zeigers etwas nachhelfen).

Da die Grösse des Ausschlages für eine bestimmte Stromstärke von dem Werthe der magnetischen Horizontalintensität abhängt, so wird man absolute Messungen nur dann ausführen können, wenn dieser Werth in dem Beobachtungsraum angenähert bekannt ist. Die Angaben magnetischer Karten lassen sich häufig nicht verwenden, da das Erdfeld durch die Nähe von Eisenmassen (Oefen, Träger u. s. w.) bedeutend verändert werden kann. Die Galvanometer sind für eine Horizontalintensität von 0,19 geaicht. Meistens wird es übrigens nur auf relative Messungen ankommen und hierbei wird das Instrument gute Dienste leisten. Durch Versuche mit einem von der Firma zur Verfügung gestellten Exemplar hatte ich Gelegenheit zu prüfen, dass die Dämpfung, wie schon erwähnt, eine sehr gute ist und dass die Nebenschlüsse die Empfindlichkeit sehr nahe in dem oben angegebenen Verhältniss beeinflussten.

Ein nicht zu unterschätzender Vortheil dieses Instruments und überhaupt ähnlicher Apparate, welche mit permanenten Magneten arbeiten, vor solchen, die nach dem Prinzip elektrotechnischer Spannungsmesser konstruirt sind, ist der geringe Energieverbrauch. Der Widerstand des Galvanometers ohne Nebenschlüsse beträgt nämlich nur 130 *Ohm*. Dr. St. Lindeck.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Verhandlungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Halle a. S.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte hielt bei der diesjährigen Versammlung in Halle a. S. unter dem Vorsitz der Herren Prof. Dorn-Halle und Sohncke-München am 21. und 22. September zwei Sitzungen ab. Ueber die Vorträge und Demonstrationen in denselben soll in Folgendem

nur kurz berichtet werden; auf einzelne der Gegenstände wird in dieser Zeitschrift noch näher eingegangen werden.

Herr Dr. Kahlbaum-Zürich führte eine von ihm verbesserte Luftpumpe im Betriebe vor. Dieselbe wirkt als Sprengel'sche Pumpe, vermeidet aber den dieser anhaftenden Mangel, dass das zur letzten Evakuirung dienende Quecksilber mit Luft in Berührung kommt und in Folge dessen davon absorbirt, durch Einschaltung zweier durch eine vorgespannte Wasserluftpumpe auf geringem Druck gehaltene Reservoire. Die Pumpe arbeitet selbthätig und schnell bis auf höchste Verdünnung. Ein Kolben von 200 *ccm* Inhalt wurde beispielsweise in etwa 7 Minuten bis zur beginnenden Lichtschichtung in einer angeschmolzenen Geissler'schen Röhre evakuirt.

Herr Pensky-Berlin sprach über die günstigste Form von Maassstäben und wies gegenüber den erheblichen Unsicherheiten, welchen die Längenangaben von auf der Oberfläche getheilten Maassstäben in Folge des Einflusses verschiedenartiger Unterstützung oder Aufstellung unterliegen, darauf hin, dass trotz der vor zwei Jahren von Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Foerster in einem Vortrage in der deutschen Gesellschaft für Optik und Mechanik an die Mechaniker gerichteten Aufforderung (*vgl. diese Zeitschr. 1889. S. 492*), bessere Maassstäbe nur mit Theilung in der neutralen Schicht herzustellen, bisher solche Maassstäbe von deutschen Mechanikern der K. Normal-Aichungskommission noch nicht zur Prüfung vorgelegt worden sind. Würde einerseits nach diesen Erfahrungen eine wirksame Initiative zur allgemeineren Einführung von Maassstäben besserer Ausführungsweise am Besten von den Bestellern solcher Maassstäbe, den Physikern, ausgehen, so sei andererseits von einer solchen Einführung für viele physikalische Messungen ein Zuwachs an Genauigkeit zu erwarten.

Herr Haensch-Berlin zeigte ein im Auftrage der Physikalisch-Technischen Reichs-Anstalt hergestelltes Spektrophotometer vor, welches die Vergleichung zweier Lichtquellen nach dem Lummer-Brodhun'schen Kontrastprinzip sowohl in ihrer natürlichen Gesammtfarbe als auch in einzelnen Theilen ihres Spektrums ermöglicht.

Herr Professor Dr. Abbe-Jena demonstrirte einen sehr handlichen Apparat zur Bestimmung der Brennweiten optischer Systeme. Die meisten der zu diesem Zwecke angewendeten Methoden beruhen auf der Bestimmung der Lage oder Ortsveränderung der durch das zu prüfende System entworfenen reellen Bildern. Diese Bestimmung ist an sich mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, ganz abgesehen von den Schwierigkeiten, welche sich im Besonderen noch für Systeme von grosser Brennweite dabei ergeben. Die hier zur Anwendung gebrachte Methode beruht auf der Bestimmung des Verhältnisses der scheinbaren Grössen von Objekten, die man einmal direkt, das andere Mal durch das zu prüfende System hindurch betrachtet. Hat man dies Verhältniss für zwei Objekte, die von einander den Abstand Δ haben, zu ρ_1 und ρ_2 ermittelt, so ergiebt sich die Brennweite $f = \Delta/(\rho_2 - \rho_1)$.

Bei Anwendung dieser Methode kommt es zur Erzielung möglichster Genauigkeit darauf an, den Einfluss nicht genauer Fokussirung des Einstellungsmikroskopes auf die Bestimmung der Vergrösserung auszuschliessen. Dies geschieht durch Verwendung eines Mikroskopes mit Abbe'scher Blendung, in welchem zur Bilderzeugung lediglich Strahlenkegel mit zur Mikroskopaxe parallelen Axen wirksam sind. Der vorgezeigte Apparat besteht aus einem Mikroskop, mit dessen um genau messbare Grössen verschiebbarem Tisch zwei Glasskalen in einem bestimmten Abstande fest verbunden sind; zwischen Mikroskop und Skalen wird das zu prüfende System gebracht. Für den Uebergang von der einen Skale auf die andere, im Abstande von 50 *mm* davon entfernte, wird das Mikroskopobjektiv gewechselt, um die Einstellung zu erleichtern bezw. die Auszugslänge zu beschränken.

Herr Prof. Dr. Voigt-Göttingen führte zwei Apparate vor, welche ihm zur Bestimmung der inneren Reibungskonstante verschiedener fester Körper gedient haben. Der eine Apparat, für Biegungsversuche, besteht in einer massiven Scheibe von etwa 20 *cm* Durchmesser, welche auf einer Schneidenaxe schwingt. Mit dem Gestell einerseits und

der Scheibe andererseits sind Kleben verbunden, in welchen die zu prüfenden Materialien in Lamellenform befestigt werden. Die Klemmung allein erwies sich meist als nicht hinreichend und es musste zur Löthung gegriffen werden. Die Scheibe wird für die Beobachtung in solche Schwingungen versetzt, dass die Punkte ihres Randes nur Elongationen von etwa 2 *mm* ausführen. Aus der mit Fernrohr und Skale mittels eines mit der Scheibe verbundenen Spiegels beobachteten Schwingungsabnahme wird der auf innere Reibung entfallende Energieverlust bestimmt. Der Einfluss von Luftdämpfung und Axenreibung wird gesondert ermittelt. — Der andere zur Beobachtung von Torsionsschwingungen entsprechend modifizirte Apparat enthält einen schweren mit dem Ablesungsspiegel ausgestatteten Rotationskörper, mit welchem das eine Ende des entsprechend hergerichteten Stückes des zu prüfenden Materials fest verbunden wird.

Herr Professor Dr. Abbe-Jena erläuterte ferner die Eigenart der Phänomene, welche bei der mikroskopischen Abbildung durchleuchteter Körper auftreten. Während es im Allgemeinen zur Charakteristik eines Abbildes gehört, dass jedem Punkte des Objektes ein gleichliegender Punkt des Abbildes entspricht, ist dies bei durchleuchteten Körpern nicht mehr der Fall. Die eintretenden Strahlen werden beim Austritt jeden Punkt der Oberfläche in den Zustand eines selbstleuchtenden Punktes versetzen, von welchem Strahlenbüschel nach allen Richtungen ausgeben. Werden diese von dem abbildenden Instrument in ihrer Gesammtheit zur Bilderzeugung verwendet, so wird das Abbild dem Objekt entsprechen. Dies ist der Fall, wenn der Oeffnungswinkel des Objektivs hinreichend gross ist, um alle Theile der an den Grenzen der Objekte entstehenden Beugungsspektren zur Bilderzeugung zu benutzen. Anderenfalls kann man von demselben Objekt verschiedene Bilder erhalten, jenachdem man einzelne der das Bild gestaltenden Beugungsspektren abblendet. So kann man von zwei ganz verschiedenen Objekten vollkommen gleiche Bilder erhalten, wenn man jedesmal nur diejenigen Theile der Strahlenbüschel zur Wirkung kommen lässt, welche beiden Objekten gemeinsam sind, die übrigen aber abblendet. — Im Anschluss an diese Ausführungen demonstrirte Herr Dr. Czapski-Jena dies mittels eines Projektionsapparates in überzeugender Weise an einigen einfachen Objekten, nämlich Gittern. Hier wurde durch Herausblenden derjenigen Beugungsspektren, welche unter Mitwirkung jeder zweiten Linie zu Stande kommen, das Bild des Gitters in ein solches von doppelter Intervallgrösse abgeändert und das Bild zweier nebeneinander aufgetragener Gitter, von denen das eine die doppelte Strichzahl des andern hatte, konnte auf diese Weise vollkommen gleich gemacht werden. Das Bild zweier senkrecht übereinander gezogenen Gitter, deren Linien in ihrer wirklichen Lage erschienen, konnte dadurch, dass man nur die in einer Diagonalrichtung liegenden Beugungsspektra zur Wirkung gelangen liess, zu einem Gitter mit in der Diagonale der erzeugenden Gitter liegender Strichrichtung umgewandelt werden. *P.*

Referate.

Studien über graphische Zeitregistrirung.

Von Dr. A. Jaquet. *Zeitschr. f. Biologie. 28. S. 1. (1891.)*

Das graphische Chronometer. Trotz der immer wachsenden Anforderungen, welche der graphischen Technik gestellt werden, sind die in der Physiologie zur graphischen Zeitregistrirung verwendeten Instrumente seit 25 Jahren so zu sagen unverändert geblieben. Und doch wäre noch viel zu thun, um denselben die wünschenswerthe Präzision und Bequemlichkeit in der Handhabung zu verleihen. Den präzisesten dieser Apparate (vgl. Kronecker, Verrichtungen zur Zeitmessung, *diese Zeitschr. 1889. S. 236*) haftet durch die Nothwendigkeit der Einschaltung in einen elektrischen Kreis und der indirekten Registrirung vermittels eines elektro-magnetischen Signals immer eine gewisse Umständlichkeit an, und was die direkt registrirenden Apparate anbetrifft, so sind dieselben noch so primitiv, dass sie zu exakten Versuchen unmöglich angewendet werden können.

In Anbetracht der grossen Fortschritte, welche in den letzten Jahren in der Taschenuhrindustrie gemacht worden sind, und der ungewöhnlichen Leistungsfähigkeit der modernen Taschenuhren, hat sich Verf. die Aufgabe gestellt, dieses Instrument für die Zwecke der graphischen Zeitregistrirung verwendbar zu machen. Dazu hat er, in dem von ihm konstruirten graphischen Chronometer, das Uhrwerk einer Ankeruhr so modifizirt, dass durch eine besondere Vorrichtung die Schwingungen der Hemmung auf einen Schreibhebel übertragen werden. Das Ankerrad hat bekanntlich 15 Zähne. Jeder Zahn giebt aber bei einer Umdrehung des Rades zweimal Impuls. Man braucht also nur auf der Axe des Ankerrades ein zweites Rad mit 30 Zähnen anzubringen, welches seine Bewegungen einem Hebel mittheilt, damit jeder neue Impuls der Hemmung sich durch eine kleine Schwingung der 12 *cm* langen Registrirfeder, die am oberen Theil des Apparates angebracht ist, kund giebt. Die Unruhe macht 300 Schwingungen in der Minute, oder 5 Schwingungen in der Sekunde. Die Zeit wird also auf der Registrirtrommel in Bruchtheilen von 0,2 *sek.* angegeben. Eine besondere Vorrichtung gestattet aber auch ganze Sekunden zu registriren.

Das graphische Chronometer trägt ausserdem noch zwei Zeiger mit Zifferblättern, von denen der eine die Sekunden, der andere die Minuten markirt. Er kann also gleichzeitig auch als Chronoskop verwendet werden. Wie bei den gewöhnlichen Chronoskopen können die Zeiger, durch Druck auf zwei kleine Knöpfe, augenblicklich arretirt und auf den Nullpunkt zurückgebracht werden. Vermittels zweier daneben angebrachter Schraubklemmen, durch welche der Apparat mit einem elektrischen Signal verbunden wird, kann dieser Augenblick graphisch registrirt werden. Für solche Fälle endlich, wo man aus räumlichen Gründen lieber ein elektrisches Signal zur Zeitregistrirung verwenden will, trägt das graphische Chronometer eine Kontaktvorrichtung, welche auch die indirekte Registrirung der Zeit gestattet. Da die Spiralfeder aus Palladiummetall besteht, ist der Apparat vor magnetischen Störungen sicher gestellt.

Das graphische Chronometer ist für vertikale Registrirung eingerichtet. Wünscht man aber die Zeit auf einer horizontalen Trommel zu registriren, so braucht man nur mittels einer Schraube eine kleine Druckfeder anzuziehen, welche am hinteren Theil des Schreibhebels angebracht ist, und die Schwere derselben zu kompensiren bezweckt. Der Apparat ist in einem Kästchen von 46 *mm* Seite und 16 *mm* Tiefe eingeschlossen, und hat ein Gewicht von nur 200 *g*.

Neben seiner sehr kompendiösen Form und seiner bequemen Handhabung ist aber die Möglichkeit der Selbstkontrolirung ein Hauptvorzug des graphischen Chronometers. Man braucht nur den Apparat drei oder vier Stunden gehen zu lassen, während man die von den Zeigern angegebene Zeit genau notirt und sie mit einem zuverlässigen Taschenchronometer vergleicht.

Was die Leistungsfähigkeit des graphischen Chronometers anbetrifft, so haben Kontrolversuche, welche an vier verschiedenen Exemplaren ausgeführt wurden, folgende Zahlen ergeben: Der wahrscheinliche Fehler einer Einzelbestimmung (0,2 *sek.*) schwankt zwischen 0,0002 und 0,0006 *sek.*; die grösste Abweichung vom Mittelwerth, welche einmal unter mehr als tausend Bestimmungen beobachtet wurde, betrug 0,0023 *sek.*[1])

Zu den Kontrolversuchen ist aber eine Registrirtrommel mit absolut regelmässigem Gange nothwendig. Dazu braucht die Geschwindigkeit nicht nothwendigerweise konstant zu sein; sie kann zu- oder abnehmen, wenn dies nur regelmässig geschieht. Dieses Postulat befand sich in der von Prof. Miescher konstruirten Normaltrommel erfüllt. Die in Spitzen auslaufende Axe trägt an ihrem unteren Theil ein 10,5 *kg* schweres und genau zentrirtes Schwungrad von 40 *cm* Durchmesser. Auf derselben Axe ist oberhalb

[1]) Dieser, vermittels der angewandten Kontrolmethode sofort erkennbare Fehler rührte von einem fehlerhaften Zahn an einem Rade des Uhrwerks her, und konnte mit Leichtigkeit beseitigt werden.

des Schwungrades ein abnehmbarer Zylinder von 12,5 *mm* Höhe und 18,5 *mm* Umfang angebracht, der zum Aufspannen des berussten Papierstreifens und zur Registrirung der Kurve dient. Der Apparat wird durch ein fallendes Gewicht, oder einfach nach Art eines Kreisels durch direkten Zug an einer auf eine Spule aufgewickelten Schnur in Bewegung gesetzt.

Zum Schluss kontrolirt Verf. mit Hilfe der Normaltrommel und des graphischen Chronometers eine Anzahl zeitregistrirender Instrumente, wie elektrische Stimmgabel, Sekundenpendel, Zungenpfeifenchronograph, Sekundenuhr, und kommt zum Resultate, dass keiner der kontrolirten Apparate dem graphischen Chronometer gleichkommt. Durch verschiedene Manipulationen kann man die Schwingungszahl der elektrischen Stimmgabel zwischen 100 und 101 D. V. in der Sekunde variiren machen. Die Stellung des Sekundenpendels übt auf die Genauigkeit dieses Apparates einen grossen Einfluss. Hängt dasselbe nicht absolut vertikal, so sind seine Angaben für einigermaassen exakte Beobachtungen nicht zu gebrauchen.

Der Sphygmochronograph. Eine sehr werthvolle Eigenschaft des graphischen Chronometers, die er seiner kompendiösen Form zu verdanken hat, ist die Leichtigkeit einer Anpassung desselben an die verschiedensten Apparate. Der Sphygmochronograph stellt die erste praktische Verwerthung der neuen Zeitregistrirungsmethode dar. Er ist eine Modifikation des Dudgeon'schen Sphygmographen, dessen vorzügliche Eigenschaften zur eigentlichen Pulsregistrirung er beibehalten hat. Von diesem unterscheidet er sich aber hauptsächlich dadurch, dass vermittels einer ähnlichen Vorrichtung wie die des graphischen Chronometers, gleichzeitig mit der sphygmographischen Kurve die Zeit auf den beweglichen Papierstreifen registrirt wird. So ist es denn möglich geworden, die sphygmographischen Kurven zu messen und einer genauen quantitativen Analyse zu unterziehen.

Das Uhrwerk, bedeutend stärker als im ursprünglichen Dudgeon'schen Modell, ist ferner so eingerichtet, dass die Kurve mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten aufgenommen werden kann. Zur allgemeinen Uebersicht der Pulsform eignet sich der langsame Gang von 1 *cm* in der Sekunde; handelt es sich aber um die Messung der Kurven, so ist derselbe ungenügend und die grössere Geschwindigkeit von 4 *cm* in der Sekunde leistet dann gute Dienste.

Die Befestigungsvorrichtung des Apparates auf den Vorderarm ist endlich vom eigentlichen Sphygmographen getrennt, was für längere Beobachtungsreihen vortheilhaft ist.[1])

Zur Messung der Kurven bedient sich Verf. eines von ihm konstruirten Kurvenanalysators, bei welchem durch Verschiebung nach zwei auf einander genau senkrechten Richtungen eines mit einem Fadenkreuz versehenen Mikroskopes auf den zu messenden Punkt visirt wird. Die Grösse der Verschiebung wird durch zwei mit Nonien versehene Skalen angegeben, so dass die Stellung jedes Punktes einer Kurve bis auf 0,05 *mm* genau ermittelt werden kann. Die Platte, auf welcher die zu messende Kurve fixirt wird, ist in ihrer Mitte um einen Zapfen drehbar, damit die Abszissenlinie der Kurve genau parallel mit der Abszissenskale gestellt werden kann.

Ueber einen heizbaren Vakuumexsikkator.

Von J. W. Brühl. *Chem. Berichte. 24. S. 2457.*

Der Apparat ist ein transportabler Exsikkator, welcher aus Glocke und Luftpumpenteller besteht, in dessen Fuss die Evakuirungsvorrichtung angebracht ist. Durch den Teller gehen zwei 1 *cm* weite Messingröhren, welche mittels Kautschukstopfen und den aufgesetzten Messingflantschen sowie durch Schraubenmuttern, welche jene zusammenpressen, gut eingedichtet sind, und tragen etwa 7 bis 8 *cm* über dem Teller ein kreisrundes, etwa 15 *cm* im Durchmesser haltendes, 1 *cm* hohes Kästchen aus 2 *mm* starkem Rothkupferblech

[1]) Die Apparate werden von der Firma James Jaquet, Werkstatt für wissenschaftliche Chronometrie in St. Imier (Schweiz) konstruirt, und von Herrn F. Runne, Präzisionsmechaniker in Basel (Schweiz) geliefert.

hart eingelöthet. Das Kästchen muss von innen durch mehrere hartangelöthete Stäbchen zusammengehalten werden, damit es nicht beim Evakuiren zerspringt. Dieses Kästchen dient als Abdampftischchen und wird durch hindurchgeleitete Wasserdämpfe oder warme Luft geheizt. Unter ihm kann man noch ein mit konzentrirter Schwefelsäure oder anderen Absorptionsmitteln beschicktes Schälchen anbringen. Die entwickelten Dämpfe werden durch die Pumpe genügend schnell abgeführt, so dass die Dichtung der Glocke wie gewöhnlich mit Talg oder einer Mischung von diesem mit Wachs geschehen kann. Der Apparat hat sich gut bewährt; er gestattet Flüssigkeitsmengen von 1 *l* und darüber in erwünschter Zeit abzudampfen. Die Firma C. Desaga in Heidelberg hat die Ausführung des Apparates übernommen. *F.*

Vorlesungsapparat zur Ablenkung der Magnetnadel.

Von W. Holtz. *Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterr.* **4.** *S. 236.* (*1891.*)

Der recht einfache Apparat, mit dem sich die Gesetze, nach denen der elektrische Strom eine Magnetnadel ablenkt, schnell, übersichtlich und erschöpfend durch Versuche beweisen lassen, ist folgendermaassen zusammengestellt: Ein grösseres Stativ (Fig. 1), das zur Aufhängung des Nadelgerüstes dient, besteht aus einer Zinkscheibe, einem zentralen Messingstabe und einem 220 *mm* langen Querstabe mit einer Klemmschraube am Ende. Die Axe des Nadelgerüstes ist nur in der Mitte massiv und wird im Uebrigen von 2,5 *mm* weiten, dünnwandigen Röhren gebildet. Die Mitte ist aus einem schmalen Messingstreifen gefertigt, der nach Bohrung der Löcher nahe bis an diese heran zuerst vierkantig gefeilt und hiernach abgerundet wurde. In diesen Löchern stecken zwei, 27 *mm* lange und 3,5 *mm* weite, dünnwandige Röhrchen. Ganz unten ist in einen Schlitz ein 60 *mm* langes und 35 *mm* breites Glimmerblättchen eingekittet, das in eine mit Wasser gefüllte Schale eintaucht. Ganz oben ist mittels eines festen und eines verschraubbaren, 5 *mm* grossen Scheibchens ein Zeiger drehbar befestigt. Dieser ist ein 0,15 *mm* dicker Aluminiumblech-Streifen. Der 120 *mm* lange, sich verjüngende Arm ist am Ende umgebogen und mit einem Röhrchen aus gleichem Stoff umgeben; der 20 *mm* lange breitere Arm trägt als Gegengewicht eine verschiebbare Klammer aus Kupferblech. Das ganze Gerüst darf nicht mehr als 8 *g* wiegen. Die drei Magnetnadeln sind harte, 50 *mm* lange Stahldrahtstücke. Zwei davon sind 1,6 *mm* dick und ziemlich schwach, aber gleich stark magnetisirt; das dritte ist 2,3 *mm* dick und viel stärker magnetisirt. Eine kleine auf dem Tisch verschiebbare Zinkscheibe mit lothrechtem Stäbchen merkt die Ausschläge an. Als Stromleiter dienen ein Drahtviereck (Fig. 2) von 160 *mm* Seitenlänge und 3 *mm* Dicke und drei ringförmige Drähte. Den grösseren von 170 *mm* Durchmesser zeigt Fig. 3, den kleineren, halb so grossen, Fig. 1; der dritte mit einer Doppelwindung von 85 *mm* Durchmesser ist in Fig. 4 gezeichnet. Das Stativ, worin die drei letztgenannten Stromleiter befestigt werden, ist ein runder Zinkklotz mit zentralem Messingstab, der aus zwei durch Hartgummi von einander isolirten Theilen besteht. Jeder Theil trägt zwei Klemmschrauben (*Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **2.** *S. 55*). Das Hartgummistück und das untere Querröhrchen des Nadelgerüstes sind 128 *mm* von der Tischplatte entfernt; der Abstand beider Röhrchen von Mitte zu

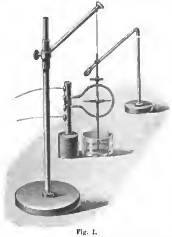


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Mitte gemessen beträgt 46 *mm*. Die Handhabung des Apparates und die zweckmässigste Reihenfolge der Versuche ist a. a. O. ausführlich dargelegt. *H. H.-M.*

Schwellenthermometer.

Von K. Fuchs. *Repert. d. Phys.* **27.** *S. 119.* *(1891.)*

Als Schwellenthermometer bezeichnet der Verfasser die folgende kleine Vorrichtung, welche das Vorhandensein einer bestimmten Temperatur anzeigen soll. In einem eben zugeschmolzenen mit Wasser gefüllten Reagenzglas befindet sich ein Schwimmer, der aus einem dünnwandigen, oben und unten zugeschmolzenen, etwa 4 *cm* langen Glasrohr besteht, welches theilweise mit Wasser gefüllt ist. Durch eine feine Oeffnung im Glasrohr, die nachher zuzuschmelzen ist, wird die Menge des Wassers im Schwimmer so regulirt, dass letzterer in Wasser von einer bestimmten Temperatur gerade suspendirt bleibt. Steigt die Temperatur des umgebenden Wassers ein wenig, so wird in Folge der Dichtigkeitsänderung des letzteren der Schwimmer sinken; fällt sie ein wenig, so wird er in die Höhe steigen. In dem Augenblick also, wo der Schwimmer aufsteigt, geht die Temperatur des Wassers durch einen ganz bestimmten Werth hindurch. Es wird empfohlen, das Wasser zu färben, um den Schwimmer leicht beobachten zu können.

Die Grösse der Kraft, mit welcher der Schwimmer bei einer bestimmten Temperaturerhöhung dt nach unten gedrückt wird, also seine Empfindlichkeit, wächst mit dem Volumen v des Schwimmers; denn sie ist, wenn α der Ausdehnungskoeffizient des Wassers ist und die Ausdehnung des Glases vernachlässigt wird:

$$p = \alpha\, v\, dt.$$

Der Verfasser schlägt vor, die Vorrichtung zur Bestimmung der Temperatur der grössten Dichte des Wassers zu benutzen, indem man eine grosse Anzahl Schwimmer fertigt, die nahe bei 4° C suspendirt sind, und die Temperaturintervalle bestimmt, zwischen denen sie an der Oberfläche sind. Die Temperatur der grössten Dichte liegt dann aber, wie der Verfasser ausführt, nicht in der Mitte dieses Intervalls.

Ferner wird das Schwellenthermometer zur Benutzung in Schul- und Krankenzimmern empfohlen. Der Apparat wird durch Ferd. Ernecke in Berlin hergestellt.

E. Br.

Neu erschienene Bücher.

Praktisches Taschenbuch der Photographie. Von Dr. E. Vogel. Berlin. Rob. Oppenheim. M. 2,40.

Das vorliegende, mit zahlreichen, für den Zweck ausreichenden Abbildungen versehene Taschenbuch will ein Leitfaden für den praktischen Photographen und Liebhaber der Photographie sein. Verfasser hat zu diesem Zwecke bei möglichster Reichhaltigkeit sich bemüht, den Stoff auf den möglichst kleinsten Umfang zu beschränken. Für Ingenieure und Zeichner ist die Berücksichtigung der Lichtpausverfahren eine angenehme Zugabe. Bei Auswahl der gegebenen Rezepte wurde besonders darauf geachtet, nur gute, praktisch erprobte Vorschriften zu geben.

Chemiker-Kalender für 1892. Dreizehnter Jahrgang. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin. Julius Springer. M. 3,00.

Der neu erschienene dreizehnte Jahrgang des Chemiker-Kalenders zeigt auf's Neue, dass der Herausgeber bemüht ist, die Fortschritte der chemischen und physikalischen Wissenschaft thunlichst zu berücksichtigen. Eine Reihe von Tabellen sind vollständig revidirt und neu bearbeitet worden. Der Kalender wird auch für viele unserer Leser ein zuverlässiger Rathgeber sein. *W.*

H. Poincaré. Elektrizität und Optik. Autorisirte deutsche Ausgabe von Dr. W. Jaeger und Dr. E. Gumlich. I. Band: Die Theorie von Maxwell und die elektromagnetische Lichttheorie. Berlin. Julius Springer. M. 8,00.

R. Arendt. Technik der Experimentalchemie. 2. Auflage. 3. bis 6. Lieferung à M. 2,00 Hamburg und Leipzig. L. Voss.

E. Gelcich. Die Uhrmacherkunst und die Behandlung der Präzisionsuhren. 640 S. mit 249 Abbildungen. Wien. A. Hartleben. M. 12,00.

(Eine Besprechung dieser drei Werke erfolgt demnächst in dieser Zeitschrift. D. Red.)

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Vorrichtung zum Einführen der Hörbecher bei Fernsprechern in die Gebrauchsstellung und Ruhelage. Von R. Grove und Chr. Lehr jun. in Berlin. G. 6549. Kl. 21. Angemeldet den 19. Januar 1891. Einspruchsfrist vom 29. Oktober bis 24. Dezember 1891.[1])

Vorliegende Einrichtung bezweckt, eine längere Benutzung des Fernsprechers zu ermöglichen, ohne den Sprechenden zu ermüden, und gleichzeitig ein bequemes Niederschreiben des Gespräches zu gestatten. Nach erfolgter Benutzung kehrt der Apparat selbständig in die Ruhelage zurück. —

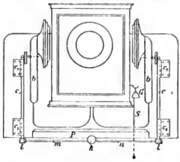


Fig. 1.

Unterhalb des Fernsprechers ist die Tischplatte P (Fig. 1) drehbar befestigt. Durch eine an dem Konsol c_4 (Fig. 2) befindliche Feder F wird P in horizontaler Lage gehalten. Drückt man die Platte P auf das Konsol c_4 nieder, so wird der Fernsprecher vermittels des Hebelmechanismus h, o, S ausgeschaltet und für den Gebrauch fertig gemacht. Die beiden Hörbecher b b sind vertikal verstellbar an Wandarmen c, c befestigt, welche in den Scharnieren c_1 c_1 hängen. Die Arme c, c sind bei l exzentrisch an zwei Stangen m und n angebracht, welche bei x (Fig. 3) mit einer in dem Knopf k endigenden Stange drehbar verbunden sind. Eine Feder F_1 zieht den Knopf k und mit ihm m und n nach vorn. Drückt man auf k, so bewirken die Stangen m und n einen Zug der Wandarme c c nach innen und die Hörbecher werden zu den Ohren des Sprechenden geführt. Wird der Knopf k freigelassen, so zieht die Feder F_1 die Stangen m und n, sowie die Wandarme c c und die Hörbecher in ihre ursprüngliche Lage zurück. — Entfernt man nun noch die Hand von der Tischplatte P, so wird diese durch Feder F nach oben gedrückt und gleichzeitig der Fernsprecher durch den Hebelmechanismus h, o, S und durch Gewicht G wieder eingeschaltet.

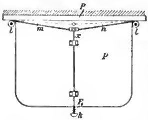


Fig. 3.

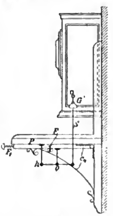


Fig. 2.

[1]) Etwaige nach Ablauf der Einspruchsfrist beim Patentamte eingehende Beschwerden werden zwar dem Einsender gegenüber formell zurückgewiesen, doch kommt der materielle Inhalt des Einspruchs in der etwa 4 Wochen nach Ablauf der Einspruchsfrist stattfindenden Spruchsitzung zur Erwägung.

Beansprucht wird das Patent für eine Vorrichtung zum Einführen der Hörhecher in die Gebrauchsstellung und in die Ruhelage, bei welcher durch Druck auf eine unter Federwirkung stehende Stange zwei Hebel *m* und *n* so bewegt werden, dass die mit ihnen verbundenen, in Scharnieren drehbaren Hörhecherträger *c* gegen die Ohren des Sprechenden geführt werden und beim Nachlassen des Druckes auf die Stange selbthätig in die Ruhelage anrückkehren.

Selbthätig wirkender Apparat zur Anzeige der An- oder Abwesenheit fremder Gase von anderem spezifischen Gewicht in einem Raume nach Volumenprozenten. Von B. Egger in Wien. E. 3123. Kl. 42. Angemeldet 5. Mai 1891. Einspruchsfrist vom 29. Oktober bis 24. Dezember 1891.

Der Apparat zeigt das Vorhandensein oder die Abwesenheit von Gasarten in einem Raume, welche andere spezifische Gewichte als das diesen Raum gewöhnlich erfüllende Gas besitzen, ausserhalb dieses Raumes selbthätig an. Er besteht aus einem mit einer Gasart von bestimmtem spezifischen Gewicht gefüllten Behälter *B*, dessen Volumen bei Druck oder Temperaturschwankungen sich ändert, und der an dem einen Arm *y* eines Waagebalkens *H* hängt; der andere Arm *z* der Waage trägt ein diesen Behälter ausbalanzirendes Gegengewicht *K* und steht mit einer elektrischen Kontaktvorrichtung in Verbindung, welche in den Stromkreis einer Signalvorrichtung eingeschaltet ist. Die Kontaktvorrichtung (Fig. 1) besteht aus einer Reihe von Kontaktplatten *a*, *b*, *c*, *d*, die der Reihe nach entsprechend den Volumprozenten des in den Raum eintretenden Gases abgehoben werden, oder es ist, Fig. 2, an dem Arm *z* ein mit verschieden langen Kontaktstücken *a'*, *b'*, *c'*, *d'* u. s. w. versehener Rechen angebracht, dessen Kontaktstücke in mit Quecksilber gefüllte Behälter tauchen und aus den letzteren nacheinander in dem Maasse herausgehoben werden, als die Volumenprozente des in den Raum eintretenden fremden Gases von geringerem spezifischen Gewicht zunehmen.

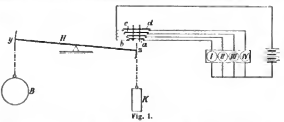


Fig. 1.

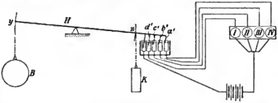


Fig. 2.

Der Patentanspruch lautet: An einem Apparate zur Anzeige der An- oder Abwesenheit von Gasen in einem Raume von anderem spezifischen Gewichte, als das diesen Raum gewöhnlich erfüllende Gas, mit einem Gasbehälter, dessen Volumen bei Druck oder Temperaturschwankungen sich ändert und der an einem Hebel ausbalanzirt aufgehängt ist:

Die Verbindung des Hebels mit einer elektrischen Kontaktvorrichtung in der Weise, dass Aenderungen des Auftriebes des Gasbehälters in Folge Auftretens von Gasen von anderem spezifischen Gewichte die Kontakte nacheinander entsprechend der Anzahl der Volumenprozente dieser Gase unterbrochen oder geschlossen und dadurch diese Aenderungen an einem entfernten Punkte fortlaufend angezeigt werden.

B. Ertheilte Patente.

Elektrizitätszähler. Von E. Koechlin in Mülhausen, Elsass. Nr. 57668. Vom 21. August 1890.

Der Elektrizitätszähler beruht auf der Anwendung der Wheatstone'schen Brücke. Den einen Zweig derselben bildet der Lampenkreis, während in den anderen ein fester und ein veränderlicher Widerstand und im letzten feste Spulen liegen. Letztere erregen einen Eisenkern magnetisch. Im Brückenzweige liegen zwei bewegliche Spulen, auf welche der Magnetkern einwirkt, sobald die Spulen vom Strom durchflossen werden. Auf mechanischem Wege wird durch die Kraftwirkung die Einstellung des vorerwähnten veränderlichen Widerstandes vermittelt. Der veränderliche Widerstand besteht aus einem blanken Eisendraht, welcher auf einer Scheibe auf-

gewickelt ist. Als Stromvermittler dient ein Quecksilbertropfen, welcher zwischen dem Eisendraht und einem Eisenringe spielt.

Die Winkelverstellung des veränderlichen Widerstandes wird auf ein Differential-Reihungsgetriebe übertragen, welches die Bewegung einer beständig umlaufenden Scheibe dem Stromverbrauch gemäss auf ein Zählwerk überträgt.

Elektrizitätszähler. Von Firma Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. Nr. 57673. Vom 23. Oktober 1890.

Der Elektrizitätszähler besteht aus einer Unipolarmaschine oder einem Barlow'schen Rade, durch welches der zu messende Strom geleitet wird. Besonders kennzeichnend für den Elektrizitätszähler ist, dass die Polschuhe der Elektromagnete seitliche Vorsprünge tragen, welche einen besonderen Bremsmagneten ersetzen sollen. Die Scheibe ist zur Ausgleichung des magnetischen Widerstandes von Eisenkörpern durchsetzt.

Neuerung in der Herstellung leitender Ueberzüge auf Nichtleitern für galvanoplastische Zwecke. Von R. Falk in Berlin. Nr. 57853. Vom 5. November 1890.

Das Verfahren, Körper auf leichte Weise mit festhaftenden Metallüberzügen zu versehen, besteht darin, dass die Körper in schwachprozentiges Kollodium, Leim, Albumin, Lack oder ähnliche Körper, in welchen reduzirbare Silbersalze, wie Silbernitrat, Chlorsilber, Bromsilber u. s. w. gelöst sind, eingetaucht werden. Durch das Eintauchen und nachheriges Abtropfenlassen dieser äusserst dünnflüssigen Lösung werden die Körper mit einer äusserst feinen und gleichmässigen Schicht von mit Metallsalzen gesättigtem Kollodium, Leim, Albumin u. s. w. überzogen, welche Salze dann entweder in der feuchten oder trockenen Kollodiumschicht reduzirt werden. Aeusserst glatt und gleichmässig verläuft die Reduktion bei Anwendung von Eisenoxydul, Pyrogallol, Hydrochinon u. dergl. Körpern und es entsteht sofort auf allen Theilen des Nichtleiters ein äusserst feiner, gleichmässiger, von Kollodium u. s. w. fest zusammengehaltener Niederschlag, auf welchen dann jeder beliebige galvanische Ueberzug gebracht werden kann. Für die Zwecke der Praxis haben sich die Silbersalze, wie Silbernitrat, Chlorsilber u. s. w. am besten bewährt.

Photographischer Apparat für Serienaufnahmen. Von E. Kohlrausch in Hannover. Nr. 57133. Vom 8. October 1890.

Der Apparat soll mehrere photographische Aufnahmen eines sich bewegenden Gegenstandes in schneller Aufeinanderfolge ermöglichen. Zu diesem Zwecke ist auf einer um eine waagerechte Axe drehbaren Scheibe eine Anzahl gleicher Kamera im Kreise angeordnet, welche nacheinander vor einem Beleuchtungsspalt vorübergedreht werden können.

Vorrichtung zum Aufzeichnen des Laufes eines Schiffes. Von A. Wrigley und J. Hope in Liverpool. Nr. 58776. Vom 3. Oktober 1890.

Ein Markirstift ist durch eine Stange mit dem Kompassmagneten verbunden. An dem Markirstift wird durch ein Uhrwerk vermittels Rollen ein Papierstreifen vorbeigezogen. Von Zeit zu Zeit, etwa jede Minute, gleitet ein Hebel von den schiefstehenden Zähnen eines Zahnrades ab, wodurch der Markirstift plötzlich angehoben und wieder gesenkt wird und dabei die jeweilige Stellung der Kompassnadel auf dem Papierstreifen verzeichnet.

Verfahren zum Befestigen (Fassen) von Diamanten in Stahl. Von Th. Lange in Brieg. Vom 14. August 1890. Nr. 55375. Kl. 49.

In einem Stahlstück werden auf der einen Oberfläche desselben Späne oder Schiefer aufgerissen, ohne dass diese von dem Stahlstück gänzlich losgetrennt werden. Hierauf wird in den aufgerissenen Theil das Bett des Diamanten, der Form und Grösse desselben entsprechend, ausgearbeitet. Nachdem man alsdann den Stein in das Bett hineingelegt hat, werden die aufgerissenen Spähne wieder unter Erwärmung zurückgedrückt, bis dieselben fest an dem Steine anliegen. Diese Befestigung des Diamanten wird alsdann noch durch Hartlöthen vervollständigt. Durch Abarbeiten des Stahlstücks von einer Seite des Steines her kann letzterer dann als ein Werkzeug mannigfacher Art Verwendung finden.

Elektrizitätszähler. Von H. H. Cutler in Newton, Massach., V. St. A. Vom 12. Februar 1889. Nr. 55456. Kl. 21.

Die Wirkung des Elektrizitätszählers beruht auf der Ausdehnung eines Stromleiters durch einen elektrischen Strom. An einem kurzen Waagebalken sind zwei ganz gleiche Drähte

angebracht, deren andere Enden fest sind. Der Strom wird nur durch einen der Drähte geleitet. Verlängert sich letzterer, so wird auf den Waagebalken ein Drehungsmoment ausgeübt und ein langer Zeiger bewegt. Der Zeiger gelangt zwischen Vorsprünge einer regelmässig durch Uhrwerke oder auf elektrischem Wege umgedrehten Trommel und erhält bei jeder Umdrehung soviel Querstösse, als der Stromstärke bezw. der Anzahl der eingeschalteten Lampen entspricht. Die Querstösse werden auf ein Zählwerk übertragen.

Photographische Kamera. Von W. B. Luee in Boston, Mass., V. St. A. Vom 2. April 1890. Nr. 55653. Kl. 57.

Die Platten ruhen im unbelichteten Zustande auf dem Objektivrohr und werden in Nuten der Kamera geführt. Um die Platten nacheinander in den unteren Raum vor das Objektiv zu bringen, ist das Objektivrohr mittels eines Schraubengewindes in der Kamera verschiebbar.

Gläserfassung bei Drahtkorb-Schutzbrillen. Von A. Schwank in Köln a. Rhein. Vom 19. Juni 1890. Nr. 55996. Kl. 42.

Die Gläser haben am Rande eine ringsum laufende Nut, in welche ein Drahtring passt, um den die Gewebe-Drahtenden am Ausschnitt des Korbes geflochten sind. In diese Nut wird behufs der Befestigung der Gläser jener Ring eingepresst.

Neuerung an Hitzdraht-Spannungsmessern. Von Firma Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. Vom 23. September 1890. Nr. 56083. Kl. 21.

Die Längenausdehnung der vom Strom durchflossenen Leiter wird in eine Drehbewegung verwandelt und auf einen Zeiger übertragen. Zwischen den gespannten, zu erwärmenden Drähten wird eine feste Verbindung hergestellt, welche unter dem Einfluss einer drehenden Kraft, z. B. der einer Torsionsfeder steht.

Elektrizitätsmesser. Von Laurence, Paris and Scott, Limited in Norwich, England. Vom 29. Oktober 1890. Nr. 56088. Kl. 21.

Der Elektrizitätsmesser besteht aus einer festen Spule, welche vom Hauptstrom durchflossen wird und einem innerhalb der Spule waagerecht schwingend aufgehängten Elektromagneten. Die Spule des letzteren besteht aus dünnem Draht und ist mit einem Selbstunterbrecher in einen Nebenstromkreis geschaltet. Der Elektromagnet steht unter Federwirkung und erhält in regelmässigen Zeitabschnitten eine Bewegung, welche auf ein Zählwerk übertragen wird.

An Stelle der einen festen Hauptstromspule können deren zwei treten, in der Weise, dass der Elektromagnet zwischen denselben schwingt.

Elektrisches Schaltwerk insbesondere für Elektrizitätsmesser. Von Laurence, Paris and Scott, Limited in Norwich, England. Vom 29. Oktober 1889. Nr. 56089. Kl. 21.

Periodisch wiederkehrende Antriebe werden auf ein Zählwerk durch einen Schalthebel übertragen. Die Klinke des letzteren wird beim Vortreiben des Hebels durch die Anziehung eines Elektromagneten ausgelöst, welcher gleichzeitig mit den Antrieben des Schalthebels Strom empfängt. Nach Beendigung seines Antriebes bethätigt der Schalthebel das Zählwerk, indem er in seine Nullstellung zurückkehrt.

Damit der Schalthebel stets sicher in seine Nullstellung zurückgeführt wird, greift unter einen Ansatz des Hebels die Verlängerung des Ankers eines Elektromagneten, welcher in demselben Stromkreise liegt wie der Elektromagnet, der die Auslösung der Klinke bewirkt.

Gasdruckvorrichtung bei elektrolytischen Elektrizitätszählern. C. P. Elieson in London. Vom 9. März 1890. Nr. 56092. Kl. 21.

Die zu messende Elektrizitätsmenge zerlegt einen Elektrolyten unter Gasentwicklung. Das entwickelte Gas legt durch Verdrängung einer Flüssigkeit eine Oeffnung frei, wenn es einen bestimmten Druck erlangt hat, und bethätigt ein Zählwerk. Die Zählung kann direkt erfolgen durch die Gasmenge, welche aus der Zersetzungsrolle in einen Gasmesser tritt, oder die Gase treten erst in ein zweites Gefäss, in welchem sie unter konstantem Druck gehalten werden, ehe sie in den Gasmesser gelangen, oder endlich die Gase entweichen aus dem zweiten Gefäss in's Freie, bringen aber vorher Quecksilber zum Steigen, welches beim Austritt der Gase immer wieder fällt. Durch das Quecksilber wird ein Stromkreis geschlossen, welcher das Zählwerk bethätigt.

Elektromagnetische Pendeluhr. Von A. Pohl in Hamburg. Vom 2. Juli 1890. Nr. 56193. Kl. 83.

An Uhren, an welchen das Pendel unter dem Einfluss eines in gleichen Zwischenräumen durch einen Elektromagneten angehobenen Gewichtes einen regelmässigen Antrieb erhält, ist der den Antrieb ertheilende Gewichtshebel auf einer Welle angeordnet, welche mit einer Daumenscheibe in solcher Weise ausgerüstet ist, dass diese Scheibe, während der Gewichtshebel in seine Anfangsstellung zurückgeführt wird, ein Rad des Zeigerwerks schaltet. Dieselbe Vorrichtung, welche das Pendel in Schwingung erhält, dient also gleichzeitig auch zum Treiben der Zeiger.

Blechreissfeder. Von C. W. Motz & Co. in Berlin. Vom 6. Juli 1890. Nr. 56538. Kl. 42.

Um einerseits die nöthige Steifheit zu erzielen und andererseits zugleich das Reinigen der Innenflächen der Feder zu erleichtern, sind deren Blätter (beide oder nur eines) vor der Stellschraube derart hohl, dass die Hohlseite nach Aussen gerichtet ist.

Vorrichtung zum Messen und Aufzeichnen von elektrischen Strömen. Von Sir W. Thomson in Glasgow. Vom 18. Mai 1890. Nr. 56725. Kl. 21.

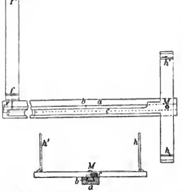
Die Vorrichtung misst und registrirt die Stärke elektrischer Ströme mittels der Bewegung, welche durch die Kraftwirkung stromdurchflossener, fester Leiter auf bewegliche Leiter hervorgerufen wird. Mit dem beweglichen Leiter ist ein Hebel verbunden, welcher mit einem eigenartig gestalteten Treibrade je nach der Stromstärke längere oder kürzere Zeit in Berührung tritt. Das Treibrad verjüngt sich allmälig. Während der Berührung wird die Stromstärke entweder durch einen Strich auf einer sich drehenden Trommel oder durch ein Zählwerk oder durch beide Mittel zugleich bewirkt.

Apparat zur Bestimmung der Sehschärfe. Von A. Carl und R. Blänsdorf Nachfolger in Frankfurt a. M. Vom 28. August 1890. Nr. 56477. Kl. 42.

Der Apparat besteht aus zwei hinter einer Wand mit Ableseöffnung befindlichen konzentrischen Scheiben, von welchen die hintere in konzentrischen Kreisen nach der Grösse geordnete Buchstaben, Zahlen, Zeichen oder dergl. trägt, während die vordere, quadratische, in Spirallinien liegende Oeffnungen hat. Je nach dem gegenseitigen Stand der beiden Scheiben bietet sich dieser oder jener Buchstabe dem Auge des zu Untersuchenden dar, während die übrigen Zeichen der Scheibe verdeckt sind. Die Scheiben werden, jede für sich, nach beiden Richtungen hin auf elektromagnetischem Wege geschaltet.

Photographischer Apparat. Von W. F. Greene und M. Evans in Picadilly, London. Vom 25. Februar 1890. Nr. 56503. Kl. 57.

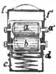
Der Apparat soll sowohl zu Zeitaufnahmen, als insbesondere auch zu Momentaufnahmen von schnell auf einander folgenden Bewegungen von Thieren u. s. w. dienen. Derselbe ist derart eingerichtet, dass in beliebigen Zeitintervallen ein Stück eines auf einer Walze aufgerollten biegsamen, lichtempfindlichen Materials vor einem lichtdichten Schirm aufgespannt und nach erfolgter Belichtung durch ein neues Stück ersetzt wird. Die Bethätigung der einzelnen Antriebvorrichtungen erfolgt selbthätig von einer Triebwelle aus. Von dieser Welle aus wird auch der aus zwei um einen gemeinschaftlichen Zapfen drehbaren Schiebern bestehende Objektivverschluss in Thätigkeit gesetzt.



Entfernungsmesser. Von Alexander Boldt in St. Petersburg, Russland. Vom 18. Juli 1890. Nr. 56073. Kl. 42.

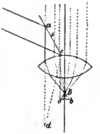
Der Entfernungsmesser besteht aus zwei Linealen $b\,c$, welche durch ein Gelenk M mit einander verbunden und zusammen in der Nut eines dritten Lineals a verschiebbar sind. Die Lineale a und c tragen je eine Visirvorrichtung (Richtspalte h und f). Um die Entfernung zu bestimmen, richtet man zunächst die Visirvorrichtung f des Lineals a auf das Ziel und stellt dann das Instrument fest. Nun wird unter stetem Andrücken des Lineals c an den festen Index x das Linealpaar $b\,c$ so verschoben, dass auch die Visirvorrichtung h, die sich mit c bei der Verschiebung dreht, auf das Ziel weist. Der Index x zeigt dann an der Skale des Lineals b die gesuchte Entfernung.

Verschiebbare Schlauchklemme mit drehbaren Klemmwalzen. Von L. Vorstädter in Bialystock, Russland. Vom 7. September 1890. Nr. 55917. Kl. 47.

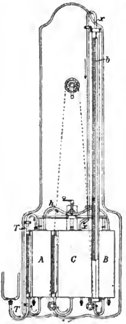


Zwei Walzen *a* und *b* sind in gegeneinander unter Ueberwindung eines Federdruckes verschiebbaren Theilen *c* und *d* dergestalt drehbar gelagert, dass die Klemme sich in geschlossenem Zustande über dem Schlauch verschieben lässt, ohne diesen zu öffnen, was erst geschieht, sobald man die Theile, in denen die Walzen gelagert sind, entsprechend gegen einander verschiebt. Auch kann eine Sperrvorrichtung vorgesehen werden, um die Theile, welche die Walzenlage tragen, auseinander zu halten.

Mikroskop-Beleuchtungsspiegel für auffallendes Licht. Von G. Selle in Berlin. Vom 12. Juli 1890. Nr. 56682. Kl. 42.

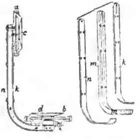


Um ohne Einengung des Gesichtsfeldes und ohne Erzeugung von Nebenlicht eine möglichst starke Belichtung des Objektes zu erzielen, ist unmittelbar über dem Objektivsystem ein Konkavspiegel angebracht, welcher die durch eine seitliche Oeffnung im Objektivgehäuse auf den Spiegel *S* auffallenden Strahlen dem Objektiv in einem solchen Lichtkegel *acd* zuwerfen soll, dass die äusseren Mantelstrahlen durch den Brennpunkt *B* hindurch nach dem jenseitigen Objektrande *b*, die inneren dagegen parallel zur Mikroskopaxe nach dem diesseitigen Rande *o* gebrochen werden.



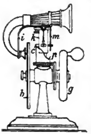
Geschwindigkeitsmesser für Schiffe. Von E. Ch. Sonnet und J. E. Gombault in Paris. Vom 28. Februar 1890. Nr. 55822. Kl. 42.

Das Wesen dieser Vorrichtung liegt in der Uebertragung der der Geschwindigkeit des Schiffes entgegentretenden und mit derselben wachsenden Wasserpressung auf eine druckmessende Säule. Es geschieht dies durch Vermittelung von besonderen Gefässen *A*, *B*, *C*, welche dazu bestimmt sind, die verschiedenen Einflüsse auszugleichen und zu vernichten, welche die Genauigkeit der Angaben beeinflussen könnten. Der Behälter *A* ist mit seinem Luftraum durch die Leitung *T* mit dem Meere und durch die Leitung *h* mit dem Luftraum des Behälters *B* verbunden, dessen gefärbte Flüssigkeit behufs der Geschwindigkeitsanzeige in die Röhre *b* tritt. Das Ende *x* der letzteren steht mit dem Luftraum des dritten Behälters *C* in Verbindung, welcher Behälter dem Tiefgang des Schiffes entsprechend mit Wasser gefüllt wird. Ist nun das Schiff in Bewegung und sind sämmtliche Hähne geschlossen, so dringt das Wasser in Folge der Geschwindigkeit des Schiffes mit grösserer oder geringerer Pressung in das Rohr *T* ein und verdichtet mehr oder weniger die Luft, die sich in der Rohrleitung *T* befindet. Diese Luftsäule wiederum theilt ihren Druck der in den Behältern *A* und *B* enthaltenen Luft mit und presst somit die in *B* befindliche Flüssigkeit in die Röhre *b*.



Fernsprecher. Von L. Häberlin in Osnabrück. Vom 22. Okt. 1890. Nr. 56648. Kl. 21.

Bei diesem Fernsprecher stehen die beiden Membrane *c* und *d* der zu einem festen Körper vereinigten Hör- und Sprechmuschel *a* und *b* durch eine zwischen den Schenkeln des Hufeisenmagneten *m* und zwei Deckblättern *n* und *k* aus Hartgummi eingeschlossenen Luftsäule miteinander in Verbindung, so dass die Lautwirkung der einen elektromagnetisch bewegten Membran *d* durch die Luftsäule auf die zweite nicht magnetisch beeinflusste Membran *c* übertragen wird.



Phonograph. Von J. Lühne in Aachen. Vom 29. August 1890. Nr. 56418. Kl. 42.

Die mit dem Hör- und Sprechwerkzeug durch Gelenkhebel *i* verbundene Hülse *k* erhält mittels der Gleitrolle *e* und der Schraubenfläche der Radhülse *p* eine Auf- und Abwärtsbewegung, sobald das Schwungrad *g* bethätigt wird. In Folge dessen macht der Lautschreiber auf der gleichzeitig durch das Schwungrad *g* in Drehung versetzten Phonogrammscheibe *b* spiralförmige Aufzeichnungen. Die Ein- und Abstellung der Schreib- und Sprechspitze gegen die Phonogrammfläche erfolgt selbthätig durch die Steuerstange *m*.

Tellurium. Von G. Salter in West Bromwich, Birmingham und Th. Hadley in Oldburg. Vom 25. Mai 1890. Nr. 56660. Kl. 42.

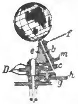


Fig. 1.

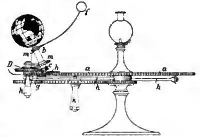


Fig. 2.

Das Tellurium wird von der Kurbel *k* aus in Bewegung gesetzt und ist gekennzeichnet durch einen um den Mittelpunkt einer gezahnten festen Scheibe *a* sich drehenden Arm *h*, bei dessen Drehung das in *a* eingreifende Rad *g* und durch dieses ein dreifaches Zahnrad *D* gedreht wird, welches vermittels des an der geneigten Erdaxe befestigten Kegelrades *c* die Erde dreht und vermittels des an der Hülse *b* befestigten Zahnrades *m* den mit dieser Hülse verbundenen Mond *f* bewegt. Durch diese Einrichtung wird bezweckt, die Bewegung der Erde um ihre Achse und die des Mondes um die Erde in möglichst einfacher Weise, aber doch mit dauerhaften und standfesten Mitteln zu erzielen.

Für die Werkstatt.

Schleifmaschinen für Werkzeuge. *Bayer. Ind.- u. Gew.-Bl.* ***23.*** *S. 274. (1891).*

Es wird über zwei Schleifmaschinen berichtet, bei welchen während des Schleifens der Schmirgelscheibe Wasser in genügender Menge zugeführt wird, während die Scheibe trocken steht, wenn dieselbe nicht benutzt wird. Zu diesem Behufe ist der Fuss beider Maschinen hohl und bildet den Wasserbehälter. Bei der einen Maschine wird das Wasser durch eine von der Schleifradaxe angetriebene kleine Zentrifugalpumpe auf die Schleifscheibe geleitet; bei der anderen wird durch Niederdrücken eines auf dem Wasser ruhenden Schwimmers mittels Fusstritts das Niveau soweit gehoben, dass die Schleifscheibe theilweise im Wasser läuft, während letzteres zurücksinkt, sobald man den Schwimmer frei giebt. *P.*

Berichtigung.

In dem Referate „Vergleichsmagnetometer von Haldane Gee" im *vorigen Hefte dieser Zeitschr. S. 414* war darauf hingewiesen, dass die Formel für das Verhältniss der Momente zweier Vergleichsstäbe unrichtig sei; es müsste heissen:

$$\frac{M}{M'} = \frac{(d^3 - d_1^3)}{(d'^3 - d'^3_1)} \text{ und nicht, wie in der Quelle angegeben: } \frac{(d - d_1)^3}{(d' - d'_1)^3}.$$

Unserem Herrn Referenten ist hierbei, wie er uns mittheilt, entgangen, dass beide Formeln vollkommen identisch sind. Hiernach bleibt die Schlussfolgerung (*Elektrotechn. Zeitschr.* ***11.*** *S. 692*), dass die Messung des Abstandes der Mittelpunkte von Stab und Nadel umgangen werden kann, durchaus bestehen.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

Aitken, J., App. zur absoluten Messung d. Staubgehalts d. Atmosphäre, Maurer 292.

Aktinometrie: Photochem. Aktinometer, Brennand 198. — Elektrochem. Aktinometer, Rigollot 303.

Akustik und akustische Apparate: Vorrichtung z. Aufzeichnen und Wiedergabe v. Schallwellen, Bettini 37. — Vokalsirene, neue Methode zur Nachahmung von Vokalklängen, Eichhorn 66. — App. f. d. Registriren u. Wiederhervorbringen v. Tönen, Berliner 109. — Vorricht. z. Herstell. v. Phonogrammen, Wikszemski 110. — Phonograph z. elektr. Fernsprechen, *The World-Telegraphone-Company* 144. — Phonograph m. feststehendem Sprechwerkzeug, Edison 201. — Verfahren und Vorrichtung z. Herstellung d. im Phonographen z. Einzeichnen d. Schallwellen dienenden Zylinder, Edison 237. — Hörvorrichtung, Spitzer 269. — Verstellbare Abdrehmesser für Phonographen, Edison 274. — Phonograph m. nur einer Membran f. Schreib- u. Sprechwerkzeug, Edison 274. — Neuer. a. Phonographen, Steiner 307. — Phonograph mit als Bohrvorricht. ausgebildetem Schreibwerk, Gawren 349. — Phonograph, Lühne 458.

Alkoholometrische Reduktionstabellen, Possanner 417.

Aluminium: Erfahrungen über d. Verwendung von Aluminium für Messinstrumente, Schmidt 61. — Anlagen d. Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft in Neuhausen, ihre Produkte, deren Behandlung u. Verwendung 75. — Schmelzen v. Aluminium u. seinen Legirungen 274.

Amagat, Oleorefraktometer z. Ermittlung v. Verfälschungen 29.

Ambronn, Dr. L., Bestimmung d. Neigung d. Horizontalfäden e. Durchgangsinstrumentes 77.

Anemograph, Anemometer, Anemoskop s. Meteorologie III.

Aneroide s. Meteorologie I.

Anschütz, O., Vorricht. z. Verstellen d. Schlitzweite v. Jalousieverschlüssen bei photographisch. Apparaten 109. — Jalousieverschluss für photograph. Kamera 145.

Arbeitsmesser: App. z. Mess. v. Zug- u. Druckkräften, Druckenbrodt 39. 145. — Indikator mit selbthätiger graphischer Darstellung d. Arbeit, Schliegl, Siems 40. — Vorricht. z. selbthätigen Aufzeichnen d. Thätigkeit von Maschinen, Oertel 273.

Archimedisches Prinzip, App. z. Nachweisen d., Ehrhardt 231.

Armengaud, Ch. E., Lehrmittel f. darstellende Geometrie 147.

Astronomie: Refraktoren in Verbindung mit Spiegeln, Knopf 17. — *Handbook of descriptive and practical astronomy*, Chambers 34. — Bestimmung d. Neigung der Horizontalfäden e. Durchgangsinstrumentes, Ambronn 77. — Ein historischer Quadrant, Lecky 100. — Photographische Methode d. Breitenbestimmung aus Zenithsternen, Kapteyn 101. — Bamberg's tragbares Durchgangsinstrument, Homann 125. — Einfache und genaue Methode der Orientirung e. parallaktisch aufgestellt. Fernrohrs, Scheiner 137. — Boys Versuche z. Messung d. Sternenwärme, Maurer 189. — App. z. Verbreiterung von photographisch. Sternspektren, Scheiner 229. — Spektralanalyse der Gestirne, Scheiner 267. — Anwendg. d. Interferenzmethode auf astronomische Messungen (Messungen mittels Lichtwellen), Michelson 339. — Resultate d. Verarbeiten z. Herstell. d. photograph. Himmelskarte, Scheiner 366. 394. — App. z. graph. Darstellung der Mondbahn, Friedel 378. — App. z. Vorausbestimm. der Gezeiten, Darwin 378. — Tellurium, Salter, Hadley 458.

Atmograph s. Verdunstungsmesser (Meteorologie).

Augenspiegel s. Ophthalmologie.

Ausstellungen: Bericht üb. d. wissenschaftliche Ausstellung bei Gelegenheit des X. internationalen medizinischen Kongresses 23. — A. v. Regen- u. Verdunstungsmessern, Marriot 261. — A. von Materialien u. Werkzeugen f. d. Feintechnik 300.

Babinet'scher Kompensator, Konstrukt. d., Schmidt 439.

Bäse, C., Befestigung d. Gläser a. Brillen u. Kneifern 272.

Baltzer, A., Höhenmessapp. für Uhrmacher 201.

Bamberg' tragbares Durchgangsinstrument, Homann 125.

Barometrie s. Meteorologie I.

Bathometrische Instrumente u. Methoden s. Nautik.

Batterien s. Elektrizität III.

Beaurepaire, J., Magnesium-Beleuchtungsapparat 108.

Beleuchtung s. Lampen u. Elektrizität VII.

Berliner, E., App. f. d. Registriren u. Wiederhervorbringen von Tönen 109.

Bernström, J., Vorricht. z. Untersuchung v. Flüssigkeiten 385.

Berthold, M., Fernthermometer 38.

Bettini, G., Vorricht. z. Aufzeichnung u. Wiedergabe v. Schallwellen 37.

Bibliotheca polytechnica, Szczepanski 142.

Bidwell, S., Automat. Lampenanzünder 303.

Biedermann, R., Chemiker-Kalender 451.

Biega, E., Elektr. Meldewerk z. Meldung übermässig raschen Fallens v. Flüssigkeitsständen 110.

Blänsdorf Nachf., R., Vorricht. z. Erzeugen von Magnesiumlicht 145. — Apparat z. Bestimm. d. Sehschärfe 456.

Bloch, E., Photograph. Detektivkamera 422.

Blondlot, R. P., Zähler d. elektr. Energie 36.

Böhm, J., Reissfeder m. konischer Hülse 146.

Bohren u. Bohrmaschinen s. Werkstatt I.
Boldt, A., Entfernungsmesser 456.
Boys' Versuche zur Messung der Sternenwärme, Maurer 189.
Braun, F., Komparator f. physik. Zwecke 376.
Brauner & Klasek, Spirituskontrolapparat 309.
Braunschweig, Dr. P., Neue Form d. Perimeters 58.
Breuand, N., Photochem. Aktinometer 198.
Brennspiegel s. Optik I.
Brenske, C., Zirkel m. Vorricht. z. Bestimm. d. Marschzeiten 418.
Broyer, Th., Gasentwicklungsapp. mit kontinuirlichem Abfluss der Abfallflüssigkeit 31.
Brien, Dr. O', Spiegelteleskop aus ebenen Spiegeln 342.
Brillen s. Optik II.
Brühl, J. W., App. z. Reagiren in der Kälte und bei Luftabschluss 103. — Heizbarer Vakuumexsikator 449.
Brünnée, R. (i. F. Voigt & Hochgesang), Neue Vorrichtung für Mikroskope z. Zwecke d. schnellen Uebergangs von parallelem polarisirten z. konvergent. Licht 136.

Cahen, H., Elektrizitätsmesser 384.
Cailletet, Verfahren z. Verbindg. v. Glas u. Porzellan m. Metallen z. Löthung 202.
Carl, A., App. z. Bestimm. d. Sehschärfe 456.
Carpentor, Löthkolben m. elektrischer Heizung 76.
Cauderay, J., Neuerung u. Elektrizitätszählern 39.
Cedergren, A. E., Mikrophon 421.
Chambers, G. F., *Handbook of descriptive and practical astronomy* 34.
Chaperon, Untersuchungen über neue radiophon. Apparate 33.
Chemie: Apparat z. Entdecken v. brennbaren Gasen in der Luft, Warren 30. — Gasentwicklungsapparat mit kontinuirlichem Abfluss d. Abfallflüssigkeit, Breyer 31. — Apparat z. Schmelzpunktbestimmung, Christomanos 31. — App. z. fraktionirten Destillation unter vermindertem Druck, Valenta 101. — Extraktionsapp., Knöfler 101. — Porzellanschalen f. quantitative Arbeiten, Knöfler 103. — App. z. Reagiren in d. Kälte u. bei Luftabschluss, Brühl 103. — Ueber das reine Platin und einige seiner Legirungen, Heraeus 262. — Trockenschrank m. Waage, Knöfler 309. — Ueber d. Beurtheilung d. Glasgefässe zum chem. Gebrauche, Mylius, Foerster (Reichsanstalt) 311. 375. — Quecksilberpipette, Dvořák 338. — Verfahren und Form z. Herstellung von Gefässen mit kapillarem Ausguss, Nicko 347. — Vorrichtungen f. fraktionirte Destillation im Vakuum: 1. Rückschlagventil f. unsichere Wasserluftpumpen, 2. App. z. fraktion. Destillation im Vakuum, Wislicenus 413. — App. z. Bestimm. der Kohlensäure, Greiner & Friedrichs 413. — Universalgasometer, Eichhorn 415. — Neue Glasgefässe z. wissenschaftlichen Zwecken, Leybold's Nachf. 416. — Heizbarer Vakuumexsikkator, Brühl 449. — Chemiker-Kalender, Biedermann 451.
Chemiker-Kalender s. Chemie und Kalender.
Christomanos, A. C., App. z. Schmelzpunktbestimmung 31.
Chronometer, Doppelradhemm. f., Riefler 37.
Classen, Dr. J., Beobacht. über d. spezifische Wärme d. flüssig. Schwefels 301.
Cordos, H., Flüssigkeitsmesser 385.
Cott, J. B. & Co., Parabolische Laterne m. Oelbeleuchtung 414.
Cutler, H. H., Elektrizitätszähler 454.
Czapski, Dr. S., Mikroskope v. C. Zeiss i. Jena f. krystallograph. u. petrograph. Untersuchungen 94.
Czermak, Dr. P., Reduktionstabellen z. Gauss-Poggendorff'schen Spiegelablesung 105. — Ueber d. Temperaturkorrektion bei Heberbarometern 184. — Ueber Goldschmidt'sche Aneroidbarometer 405.

Damoizeau, J., Panorama- od. Wandelkamera 274.
Dampf, Vorricht. z. Bestimmung d. Wassergehalts von, Gehre 37.
Darwin, G. H., App. z. Vorausbestimmung d. Gezeiten 378.
Dehnbarkeit, Vorricht. z. Messen d., Schopper 349.
Deklination s. Magnetismus.
Demonstrationsapparate, (Schulapparate): Vokalsirene, neue Methode zur Nachahmung von Vokalklängen, Eichhorn 66. — Weinhold'scher Mossapparat für Schule u. Laboratorium, Noack 68. — Lehrmittel f. darstellende Geometrie, Armengaud 147. — App. z. Demonstrat. d. Schellbach'schen Ringes, Schellbach 231. — App. z. Nachahmung d. Archimedischen Prinzips, Ehrhardt 231. — Neue Form des Blattelektroskops, Szymański 232. — App. f. d. Demonstr. d. Flüssigkeitsdrucks, Heitchen 233. — App. z. graph. Darstellung d. Mondbahn, Friedel 378. — Vorlesungsapparat z. Ablenkung d. Magnetnadel, Holtz 450. — Tellurium, Salter, Hadley 458.
Desinfektionsapparat m. elektrischer Kontrolvorricht., Schmidt 272. — Neuer a. Apparaten z. Desinfiziren mittels gesättigten Wasserdampfes von beliebig hoh. Temperatur, Rohrbeck 386.
Destillationsapp. s. Chemie.
Dezimaltheilung d. Quadranten, Westphal 193.
Diamant, Befestigen v., Lange 454.
Distanzmesser s. Entfernungsmesser.
Dorne s. Werkstatt I.
Dorr, R., Winkeltheiler f. techn. Zwecke 347. 348.
Drehbank s. Werkstatt I.
Drohstahl s. Werkstatt I.
Drillbohrer s. Werkstatt I.
Drillbohrspindel s. Werkst. I.
Druckenbrodt, App. z. Messung v. Zug- u. Druckkräften 39. 145.
Druckkräfte, App. z. Messung d., Druckenbrodt 39. 145.
Dunér, Prof. Dr., Rezension üb. „Scheiner, Spektralanalyse d. Gestirne“ 267.
Dvořák, V., Quecksilberpipette 338. — Verschied. Arten selbthät. Stromunterbrecher u. deren Verwendung 423.

Eckermann, G., Ellipsenzirkel 39.
Edelmann, Dr. Th., Das kleine Wiedemann'sche Galvanometer 67. — Hängegalvanometer 67.
Edison, Th. A., Phonograph m. feststehendem Sprechwerkzeug, Edison 201. — Verfahren u. Vorrichtung z. Herstellung d. im Phonographen z. Einzeichnen d. Schallwellen dienenden Zylinder 237. — Verstellbare Abdrehmesser für Phonographen 274. — Phonograph m. nur ein. Membran f. Schreib- u. Sprechwerkzeug 274.
Egger, B., Selbstthätig wirkend. App. z. Anzeigen d. An- od. Abwesenheit fremd. Gase v. anderem spezif. Gewicht i. e. Raume nach Volumprozenten 453.
Egnér, K., Ellipsenzeichner 146.
Ehrhardt, Prof. Dr. O., App. z. Nachweise des Archimedischen Prinzips 231.
Ehrlich & Kohler, Winkelstück f. zahnärztl. Bohrmaschinen 272.
Eichhorn, A., Vokalsirene, neue Methode z. Nachahmung v. Vokalklängen 66.
Eichhorn, Dr., Universalgasometer 415.
Eisen: Magnet. Eigenschaften an Nickel-Eisenlegirungen, Hopkinson 342. — Dauer d. Nachinduktion im E., Smith 412.
Elektrizität: 1. Allgemeines: App. z. Erzeugung v. Induktionsströmen mittels schwingend. Körper, Mercadier 39. — App. zur Bestimm. d. spezif. Leitungsfähig-

keit v. Metallen in Zylinderform nach d. Dämpfungsmeth., Mayrhofer 50. — Bestimm. d. Ohm durch d. elektrodynam. Methede v. Lippmann, Wuillenmier 100. — Ueber d. Härten von Stahlmagneten, Holbern (Reichsanst.) 113. — Ueber Herstellung von Quecksilberwiderständ., Lindeck (Reichsanstalt) 171. — Neue Form d. Blattelektroskops, Szymański 232. — Relais f. elektr. Ströme, Lubliner 237. — Internationaler Elektrotechniker-Kongress 299. — Daner d. Nachinduktion im Eisen, Smith 412. — Vorlesungsapp. z. Ablenkung der Magnetnadel, Holtz 450. — II. Elemente: Neuer. a. Braunsteinelementen, Jess 273. — III. Batterien: — IV. Messinstrumente: Neues Galvanometer, Hulin 34. — Zähler d. elektr. Energie, Blondlot 36. — Neuerung a. Elektrizitätszählern, Canderay 39. — D. kleine Wiedemann'sche Galvanometer, Edelmann 67. — Hängegalvanometer, Edelmann 67. — Elektrizitätszähler, Volkert 110. — Elektrolyt. Elektrizitätszähler mit rotirendem Flüssigkeitsbehälter, Geissler 236. — Elektrizitätszähl., Fischer & Stiehl 273. — Elektrizitätszähl., Meylan, Rechniewsky 306. — Elektrizitätszähler, Grassot 346. — Lagerung f. Elektrizitätszähler mit kreisendem Anker, Teague 383. — Elektrizitätsmesser, Cahen 384. — Neuer elektr. Verbrauchsmesser, Oulton-Edmondson, Thomson 416. — Elektrizitätszähler, Pilkington, White 419. — Elektrizitätszähler, Geubert 419. — Elektrizitätszähler, Munker 420. — Transportables Horizontalgalvanometer, Reiniger Gebbert & Schall, Lindeck 444. — Elektrizitätszähler, Koechlin 453. — Hartmann & Braun 454. — Cutler 454. — Neuer. a. Hitzdraht-Spannungsmesser, Hartmann & Braun 455. — Elektrizitätsmesser, Laurence, Paris u. Scott 455. — Gasdruckverricht. b. elektrolyt. Elektrizitätsmessern, Elieson 455. — Vorricht. z. Messen u. Aufzeichnen elektr. Ströme, Thomson 456. — V. Mikrophone: M. mit schwingender Dämpfung, Mix & Genest 36. — Brems- u. Dämpfervorrichtung f. M., Mix & Genest 236. — Kohlenwalzenmikrophon, Vogt 271. — M., Heydler 384. — Mikrophonkohlenwalze, Vogt 419. — M., Cedergren 421. — VI. Telephone: Mehrpoliges T. mit radialer Verstellung d. Polschuhe, Vogt 107. — Einricht. e. Zentralstation für Telephonanlagen, Reinhardt 349. — Mechanisch. Fernsprecher, Wheeler Moulton 385. — Vorricht. z. Einführung d. Hörbecher b. Fernsprechern in d. Gebrauchsstellung u. Ruhelage, Grove, Lehr 452. — Fernsprecher, Häberlin 457. — VII. Beleuchtung: Reflektor f. elektr. Bogenlicht, Hrabowski 236. — Benutzung d. elektrisch. Glühlichts f. photograph. selbstregistr. Apparate, Wild 411. — VIII. Anwendung d. Elektrizität in Wissenschaft und Technik: Vorricht. z. Aufzeichnung u. Wiedergabe v. Schallwellen, Bettini 37. — Fernthermometer, Berthold 38. — Heizlampe für konstante Temperaturen mit elektr. Gaszuflussregulirung, Lautenschläger 73. — Elektr. Hauptuhr, Vogel 75. — Löthkolben mit elektr. Heizung, Carpenter 76. — Elektr. Kraftmaschine mit schwingender Bewegung, Heidecke 107. — App. f. d. Registriren u. Wiederhervorbringung v. Tönen, Berliner 109. — Vorricht. z. Aufnehmen und Zählen einzelner Vorgänge, Ross 109. — Verfahren z. Herstell. v. Phonogrammen, Wikszemski 110. — Elektr. Meldewerk z. Melden übermässig schnellen Fallens o. Flüssigkeit, Biega 110. — Verwendung d. elektr. Lichtbogens z. Schweissen u. Löthen 111. — Vorricht. z. Schliessen u. Oeffnen v. Stromkreisen f. elektr. Klingeln, Snelgrove 144. — Phonograph, *World-Telegraphone-Comp.* 144. — Schaltbrett für elektr. Pendeluhren, Wehrle & Co. 201. — Phonograph m. feststehendem Sprechwerkzeug, Edison 201. — Verfahren u. Vorricht. z. Herstell. d. im Phonographen z. Einzeichnen d. Schallwellen dienenden Zylinder, Edison 237. — Vergleichende Untersuchung techn. Strom- u. Spannungsmesser für Gleichstrom, Kahle (Reichsanst.) 239. — Ein auf Widerstandsmessungen beruhender Entfernungsmesser, Fiske 270. — Desinfektionsapp. m. elektr. Kontrolvorricht., Schmidt 272. — Verstellbare Abdrehmesser f. Phonographen, Edison 274. — Phonograph mit nur einer Membran f. Schreib- und Sprechwerkzeug, Edison 274. — Elektrochemisch. Aktinometer, Rigollot 303. — Automat. Lampenanzünder, Bidwell 303. — Neuer. a. Phonographen, Steiner 307. — Schärfen d. Feilen mittels Elektrizität 310. — Vorricht. z. Verlangsamen u. Anhalten d. Bewegung e. Zeigernadel, Weston 346. — Elektr. Vorricht. z. Anschlagen v. Glocken u. Auslösen v. Tableauklappen, Günther 348. — Phonograph m. als Bohrvorricht. ausgebildetem Schreibwerk, Gawren 349. — Elektr. Fernmessvorricht., Kratz 418. — Elektr. betriebenes Vermerk- u. Zählwerk, Jewell 421. — Verschiedene Arten selbthätiger Stromunterbrecher u. deren Verwendung, Dvořák 423. — Neuerung i. d. Herstellung leitender Ueberzüge auf Nichtleiter für galvanoplast. Zwecke, Falk 454. — Elektromagnet. Pendeluhr, Pohl 456. — Phonograph, Lühne 458. — IX. Literatur: Vorschriften der Feuerversicherungsgesellsch. für elektr. Licht- und Kraftanlagen, May 40. — Experimentaluntersuchungen über Elektrizität, Faraday, Kalischer 105. — D. elektr. Verbrauchsmesser, Fodor 233.

Elieson, C. P. Gasdruckvorricht. b. elektrolyt. Elektrizitätsmessern 455.

Ellipsenzirkel s. Zeichenapp.

Elschnig, Dr. A., Neue Lidklemme 227.

Entfernungsmesser: E., Romanel 237. — E., auf Widerstandsmessungen beruhend, Fiske 270. — Bestimm. v. Entfernungen auf Karten, Graf W. v. Württemberg 345. — Entfernungsmesser, Boldt 456.

Erdmagnetismus s. Magnetism.

Erede, G., Neue Flüssigkeit für sphärische Libellen 29.

Ernst, C., Pyrometr. Schrohr 379.

Esser, Stellbares Stichmaass mit Messschraube 307.

Evans, M., Photogr. App. 456.

Fachschule: Elektrotechn. Lehr- u. Untersuchungsanstalt d. techn. Vereins z. Frankfurt a. M. 106.

Falk, R., Neuer. in d. Herstell. leitender Ueberzüge auf Nichtleitern f. galvanoplast. Zwecke 454.

Faraday, M., Experimentaluntersuch. über Elektrizität 105.

Feilen s. Werkstatt I.

Fernrohre: Einfache und genaue Methode d. Orientirung e. parallaktisch aufgestellten Fernrohrs, Scheiner 137. — Doppelfernrohr m. Kompass, King 269. — Spiegelteleskop a. ebon. Spiegeln, O'Brien 342.

Fernsprecher s. Elektrizität VI.

Fernthermometer s. Thermometrie.

Festigkeitsprüfer: App. z. Mess. v. Zug- u. Druckkräften, Druckenbrodt 39. 145. — Vorrichtung z. Mess. d. Dehnbarkeit u. Zerreissbarkeit, Schopper 349.

Findeisen, E., Kurvenmessrädchen 145.

Fischer & Stiehl, Elektrizitätszähler 273.

Fiske, B. A., Ein auf Widerstandsmessungen beruhender Entfernungsmesser 270.

Flad, H., Loth zu Tiefen und Strömungsmessungen 108.
Flüssigkeiten, Untersuchung von: App. f. d. Demonstr. d. Flüssigkeitsdruckes, Heitchen 233. — Liquoskop, Instr. z. optischen Vergleich durchsichtiger Flüssigkeiten, Sondén 267. — Flüssigkeitsmesser, Sträter, Cordes 385. Vorricht. zum Untersuchen von Flüssigkeiten, Bernström 385.
Fodor, E. de, Die elektrischen Verbrauchsmesser 233.
Foerster, Dr. F., Ueber d. Beurtheilung d. Glasgefässe zum chemischen Gebrauche 311. 375.
Friedel, H., App. zur graphisch. Darstellung d. Mondbahn 378.
Fritsch, F., Augenspiegel 37.
Fuchs, K., Schwellenthermometer 451.
Fuess, R., Selbthätiger Universalpegel z. Swinemünde, System Seibt-Fuess 351.

Galvanometers. Elektrizität IV.
Garnnummerzeiger, Grosse 385.
Gase: App. z. Entdecken v. brennbaren Gasen i. d. Luft, Warren 30. — Gasentwicklungsapp. mit kontinuirlichem Abfluss d. Abfallflüssigkeit, Breyer 31. — Universalgasometer, Eichhorn 415. — Selbthätig wirkender Apparat z. Anzeigen d. An- od. Abwesenheit fremdor Gase v. anderem spez. Gewicht in einem Raume nach Volumprozenten, Egger 453. — Gasdruckvorricht. bei elektrolyt. Elektrizitätsmessern, Elieson 455.
Gauss-Poggendorff'sche Spiegelablesung, Reduktionstabellen f., Czermak 105.
Gawren, M., Phonograph mit als Bohrvorrichtung ausgebildetem Schreibwerk 349.
Gee, H., Vorgleichsmagnetometer 414. 458.
Gehre, M., Vorrichtung zur Bestimmung des Wassergehalts in Dampf 37.
Goissler, P., Elektrolyt. Elektrizitätszähler m. rotirend. Flüssigkeitsbehälter 236.
Geodäsie: I. Basismessung.: — II. Astronom.-Geodätische Instrumente: Bamberg's tragbares Durchgangsinstrument, Homann 125. — III. Apparate z. Winkelabstecken: — IV. Winkelmessinstrumente u. Apparate für Topographie: — V. Höhenmessinstrumente u. ihre Hilfsapparate: — VI. Tachymetrie: — VII. Hilfs- u. Nebenapparate: Neue Flüssigkeit für sphärische Libellen, Eredo 29. — Messstabhalter, Häusermann 235. — App. z. Vorausbestimm. d. Gezeiten, Darwin 378. — Zusammenlegbares Stativ f. geometr. Zwecke, Unte 383. — Wasserwaage, Sebald 417. — VIII. Litteratur u. Allgemeines: Handbuch d. Vermessungskunde, Jordan 343.
Geometrie, Lehrmittel für Darstellende, Armengaud 147.
Gerken, M., Zeichengeräth z. Bestimmung d. Eckpunkte regelmässiger Vielecke 175.
Gerland, Dr. E., Christiaan Huygens' früheste Luftpumpe 131.
Geschichte: Zur Geschichte der Brennspiegel, Wiedemann 63. — Leibniz u. d. Aneroidbarometer, Hellmann 232.
Geschwindigkeitsmesser: Schwungräder für G. m. gleichmässiger Eintheilung, Horn 236. — Messung v. Rotationsgeschwindigkeiten mittels d. Zentrifugalsaugens, Prytz 389. — Geschwindigkeitsmesser f. Schiffe, Sounet, Gombault 457.
Gezeiten, Apparat zur Vorausbestimmung d., Darwin 378.
Giesenhagen, Dr., Zeichenpult f. d. Gebrauch a. Mikroskop 196.
Glas: App. z. Absprengen von Glasröhren Kuttontidt 270. — Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe z. chem. Gebrauche, Mylius, Foerster (Reichsanstalt) 311. 375. — Studium einiger physikalischen Eigenschaften von Gläsern u. über ein werthvolles neues Glas f. d. Thermometrie, Schott 330. — Der erste deutsche Glasbläsertag 345. — Neue Glasgefässe zu wissenschaftlichen Zwecken, Leybold's Nachf. 416.
Goebel, G., Loch- und Stempelzange f. Fahrkarten 384.
Goldschmidt, E., Kreistheil. 74.
Goldschmidt'sche Aneroidbarometer, Czermak 405.
Gombault, J. E., Geschwindigkeitsmesser f. Schiffe 457.
Goubert, L., Elektrizitätszähl. 419.
Grassot, E., Elektrizitätszähl. 346.
Greene, H. F., Photogr. App. 456.
Greiner u. Friedrichs, App. z. Bestimm. der Kohlensäure 413. — App. z. fraktionirten Destillation 413.
Gross, H., Objektivverschluss für photographische Apparate 74.
Gross, Th., Ersatz der Woulff-schen Flasche 416.
Grosse, A., Garnnummerzeig. 385.
Grove, R., Vorricht. z. Einführung bei Hörbechern in d. Gebrauchsstellung u. Ruhelage 452.
Günther, M., Elektrische Vorrichtung z. Anschlagen v. Glocken und Auslösen v. Tableauklappen 348.

Hadley, Th., Tellurium 458.
Haeberlin, L., Fernsprecher 457.
Hängegalvanometer s. Elektrizität IV.
Häusermann, Messstabhalter 235.
Hartl, Differential-Dampfspannungsthermometer mit Einrichtung z. Fernmelden d. Temperatur 308.
Hartmann, L. & Sohn, Pinzette 421.
Hartmann, W., Ellipsographen u. Ovalwerke 285.
Hartmann & Braun, Elektrizitätszähler 454. — Neuer. a. Hitzdraht-Spannungsmessern 455.
Hartnack, Vorrichtung z. Erzeugung e. gleichmässigen Bildfeldes bei photograph. Weitwinkelobjektiven 107.
Hatschek, B., Feinschneidevorrichtung 421.
Heberbarometer s. Meteorologie I.
Heidecke, M., Elektr. Kraftmaschine mit schwingender Bewegung 107.
Heitchen, P., App. f. d. Demonstration des Flüssigkeitsdruckes 233.
Hellmann, Prof. Dr. G., Leibniz u. das Aneroidbarometer 232.
Helmholtz, H. v., Zur Erinnerung an seinen 70. Geburtstag 387.
Heraeus, W. C., Ueber das reine Platin u. einige seiner Legirungen 262.
Hermes, Winkeldrittler 384.
Heydler, E., Mikrophon 384.
Hobelvorrichtung siehe Werkstatt I.
Höhenmessapparat für Uhrmacher, Baltzer 201.
Hörvorrichtung s. Akustik.
Holborn, Dr. L., Ueber d. Härten v. Stahlmagneten 113.
Holtz, W., Vorlesungsapp. z. Ablenkung d. Magnetnadel 450.
Homann, Dr. H., Bamberg's tragbares Durchgangsinstrument 125.
Hope, J., Vorricht. z. Anfzeichnen des Laufes e. Schiffes 454.
Hopkinson, J., Magnet. Eigenschaften v. Nickel-Eisenlegirungen 342.
Horn, Th., Schwungpendel f. Geschwindigkeitsmesser m. gleichmässiger Eintheilung 236.
Hrabowski, K., Reflektor für elektr. Bogenlicht 236.
Hulin, L., Neues Galvanomet. 34.
Huygens' früheste Luftpumpe, Gerland 131.

Junquet, Dr. A., Studien über graph. Zeitregistrirung 447.
Jean, F., Oleorefraktometer zur Ermittlung v. Verfälschungen 29.
Jess, E., Neuer. a. Braunsteinelementen 273.
Jewell, R., Elektr. betriebenes Vermerk- oder Zählwerk 421.
Indikator s. Arbeitsmesser.
Instrumentenkunde, Abtheil. I., Verhandlungen 445.
Interferenz s. Optik I.
Jordan, Prof. Dr. W., Handbuch d. Vermessungskunde 343.

Jung'sche Mikrotome, Objekthalter f., Koch 199.

Kahle, Dr. K., Vergleichende Untersuchung techn. Strom- u. Spannungsmesser f. Gleichstrom 239.
Kaiser, A., Freie Uhrhemmung 200.
Kalender: Chemiker-K., Biedermann 451.
Kalischer, Dr. S., Faraday, Experimentaluntersuchungen über Elektrizität 105.
Kalorimeter s. Wärme I.
Kamera, photographische siehe Photographie.
Kapteyn, J. C., Photograph. Methode d. Breitenbestimmung aus Zenithsternen 101.
Karten: Zusammenlegbarer Zirkel z. Bestimm. v. Entfernungen auf Karten, Graf v. Württemberg 345.
Kattentidt, App. z. Absprengen v. Glasröhren 270.
Kerner, G., Instr. z. Erzeugung u. wiederholten Hervorbringung von regelmässig gestalteten Bildern auf opt. Wege 107.
King, E. G., Doppelfernrohr mit Kompass 269.
Kleditz, G., Pantograph 144.
Kleinstück, Dr. O., Empfindlich. Barometer 68.
Klemme: Verschiebbare Schlauchklemme mit drehbaren Klemmwalzen, Vorstaedter 457.
Knöfler, Dr. O., Extraktionsapp. 101. — Porzellanschalen f. quantitative Arbeiten 103. — Trockenschrank mit Waage 309.
Knopf, Dr. O., Refraktoren in Verbindung mit Spiegeln 17.
Knorre, Dr. V., Untersuchung über Schraubenmikrometer 41. 83.
Koch, Dr. A., Einige neue Objekthalter f. d. Jung'schen Mikrotome 199.
Koch'sche Mikroskopirlampe, Schiefferdecker 304.
Koechlin, E., Elektrizitätszähler 453.
Köst, J., Vorricht. z. Erzeugung v. Magnesiumlicht 145.
Kohlensäure, App. z. Bestimm. d., Greiner & Friedrichs 413.
Kohlrausch, E., Photograph. App. f. Serienaufnahmen 454.
Komparator f. physik. Zwecke, Braun 376.
Kompass: Doppelfernrohr m. Kompass, King 269.
Kompensator, Babinet'scher, Schmidt 439.
Kraftmaschine, elektrische s. Elektrizität VIII.
Kraftübertragung s. Elektrizität VIII.
Kratz, F., Elektr. Fernmessvorrichtung 418.
Kreistheilung, Polygonzirkel z., Goldschmidt, Vergnano 74.
Krieghammer, R., Perspektivlineal 382.
Kronecker, Prof. Dr. H., Quecksilberluftpumpe 305.
Krüss, Dr. H., Neue Statuten d. Gesellschaft deutscher Naturforscher u. Aerzte 297.
Krystallographie: Mikroskope v. C. Zeiss für krystallographische und petrographische Forschung, Czapski 94.
Kurvenmessrädchen, Findeisen 145.

Lampen: (Elektr. Lampen siehe Elektrizität VII.) Heizlampe f. konstante Temperaturen mit elektr. Gaszuflussregulirung, Lautenschläger 73. — App. z. Erzeugung v. Magnesiumlicht f. photograph. Zwecke, Zimmer 108. — Magnesium-Beleuchtungsapparat Beaurepaire 108. — Vorricht. z. Erzeug. v. Magnesiumlicht, Köst 145. — Vorricht. z. Erzeug. von Magnesiumlicht, Blänsdorf Nachfolger 145. — Neuer Gasbrenner, Meissner 148. — Neuer. i. d. Erzeugung von Magnesiumlicht, Schirm 201. — Automat. Lampenanzünder, Bidwell 303. — Koch-Wolz'sche Mikroskopirlampe, Schiefferdecker 304. — Parabolische Laterne m. Oelbeleuchtung, Cott 414.
Lange, Th., Verfahren z. Befest. v. Diamanten in Stahl 454.
Laurence, Paris u. Scott, Elektrizitätsmesser 455.
Lautenschläger, F. & M., Lampe f. konstante Temperaturen mit elektr. Gaszuflussregulirung 73.
Lecky, R. J., Ein historisches Instrument 100.
Legirungen s. Metalllegirungen.
Lehmann, Prof. Dr. O., Physikalische Technik 104.
Lehr, Chr., Vorricht. z. Einführen d. Hörbecher b. Fernsprechern in die Gebrauchsstellung u. Ruhelage 452.
Lehrmittel f. darstellende Geometrie, Armengaud 147.
Leibniz u. das Aneroidbarometer, Hellmann 232.
Leybold' Nachf., Neue Glasgefüsse zu wissenschaftl. Zwecken 416.
Libellen s. Geodäsie VII.
Lindeck, Dr. St., Ueber e. Herstellung v. Quecksilberwiderständen 171. — Horizontalgalvanometer d. Firma Reiniger, Gebbert & Schall 444.
Liquoskop, Instr. z. opt. Vergleich durchsicht. Flüssigkeiten, Sondén 267.
Literatur: *Handbook of descriptive and practical astronomy*, Chambers 34. — D. logarithmische Rechenschieber, Ott 69. — Lehrbuch d. Mikrophotographie, Neuhauss 69. — Physikalische Technik, Lehmann 104. — Experimentaluntersuchungen über Elektrizität, Faraday, Kalischer 105. — Reduktionstabellen zur Gauss-Poggendorff'schen Spiegelablesung, Czermak 105. — *Bibliotheca polytechnica*, Szczepanski 142. — D. elektr. Verbrauchsmesser, Fodor 233. — Spektralanalyse der Gestirne, Scheiner 267. — Handbuch der Vermessungskunde, Jordan 343. — Photographische Messkunst, Photogrammetrie und Phototopographie, Pollack 344. — Alkoholometr. Reduktionstabellen, Possanner 417. — Prakt. Taschenbuch d. Photographie, Vogel 451. — Chemiker-Kalender, Biedermann 451.
Löthrohr, Löthkolben u. dergl. s. Werkstatt I.
Loth s. Nautik.
Lotter, J. Chr., Zirkel 147.
Lubliner, H., Relais für elektr. Ströme 237.
Luce, W. B., Photogr. Kamera 455.
Lühne, J., Phonograph 458.
Luftprüfer: App. zum Entdecken brennbarer Gase in d. Luft, Warren 30.
Luftpumpen: Christiaan Huygens' früheste Luftpumpe, Gerland 131. — Quecksilberluftpumpe m. selbthätigem Betrieb durch Wasserdruck, Raps, Stuhl 229. 256. — Rückschlagventil für unsichere Wasserluftpumpen, Wislicenus 413.
Lumière, L., Photograph. Kamera 422.

Maassstäbe: Gekerbter Zeichenmaassstab m. Schutzvorricht. geg. Lagenänderungen b. Abstechen, Stock 147. — Vergleichung neuer metr. Urmaasse, Marek 296.
Mach, L., Zentrirfutter als Ersatz f. Holzfutter 338.
Magnesiumlicht f. photograph. Zwecke, Zimmer 108. — Magnesium-Beleuchtungsapp., Beaurepaire 108. — Vorricht. z. Erzeugung v. Magnesiumlicht, Köst 145. Blänsdorf Nachf. 145. — Neuer. i. d. Erzeugung v. Magnesiumlicht, Schirm 201.
Magnetismus u. Erdmagnetismus: Gebirgsmagnetometer, Meyer 31. — Ueber d. Härten von Stahlmagneten, Holborn (Reichsanst.) 113. — Nadelinklinatorium modifizirter Konstruktion, Wild 138. — Induktionsinklinatorium neuer Konstruktion u. Bestimmung d. absoluten Inklination mit demselben im Observatorium z. Pawlowsk 203. 248. — Magnetische Eigenschaften an Nickel-Eisenlegirungen, Hopkinson 342. — Dauer d. Nachinduktion in Eisen,

Smith 412. — Vergleichsmagnetometer, Gee 414. 458. — Vorlesungsapp. zur Ablenkung d. Magnetnadel, Holtz 450.

Marek, W., Vergleichung neuer metr. Urmaasse 296.

Mareegraphen s. Wasserstandsanzeiger.

Marriot, W., Ausstell. v. Regen- u. Verdunstungsmessern 264.

Maurer, Dr. J., Ueber C. V. Boys Versuche z. Mess. der Sternenwärme (Radiomikrometer) 189. — J. Aitken's App. zur absoluten Messung d. Staubgehalts d. Atmosphäre 232.

May, Dr. O., Vorschrift. d. Feuerversicherungsgesellsch. Phoenix f. elektr. Licht- u. Kraftanlagen 40.

Mayrhofer, Dr. G., App. z. Bestimm. d. spezif. Leitungsfähigkeit v. Metallen in Zylinderform nach d. Dämpfungsmethode 50.

Mechanikertag, dritter deutsch. 234.

Meissner, C., Neuer Gasbrenner 148.

Mercadier, E. J. P., Untersuchungen über radiophon. App. 33. — App. z. Erzeugung v. Induktionsströmen mittels schwingender Körper 39.

Metalllegirungen: Neue Metalllegirungen 111. — Ueber d. reine Platin u. einige seiner Legirungen, Heraeus 262. — Schmelzen v. Aluminium u. seinen Legirungen 274. — Magnet. Eigenschaften von Nickel-Eisenlegirungen, Hopkinson 342.

Meteorologie: I. Barometer, Aneroïde: Empfindl. Barometer, Kleinstück 68. — Ueber die Temperaturkorrektion b. Heberbarometern, Czermak 184. — Leibniz u. d. Aneroïdbarometer, Hellmann 232. — Ueber Goldschmidt'sche Aneroïdbarometer, Czermak 405. — II. Thermometer (s. auch Thermometrie): Fernthermometer, Herthold 38. — Studien einiger physik. Eigenschaften v. Gläsern u. über ein neues werthvolles Glas f. d. Thermometrie, Schott 330. — III. Anemometer, Anemographen (Windmesser): Neuer Anemograph u. Anemoskop, Wild 99. — IV. Feuchtigkeitsmesser: Atmograph, Wild 64. — Ausstellung von Verdunstungsmessern, Marriot 264. — V. Regenmesser: Ombrograph, Wild 64. — Ausstell. v. Regenmessern, Marriot 264. — VI. Allgemeines, Instrumente für allgemeine meteorologische Zwecke, Literatur: Ueber die Verwendung d. einfachen Wolkenspiegels z. Bestimm. d. Winkelgeschwindigkeit der Wolken, Sprung 14. — Apparat z. absoluten Messung d. Staubgehalts d. Atmosphäre, Aitken, Maurer 232.

Meyer, Prof. Dr. O. E., Gebirgsmagnetometer 31.

Meylan, E., Elektrizitätszähl. 306.

Michelson, A. A., Einfacher Interferenzversuch 142. — Messung mittels Lichtwellen, Anwendung d. Interferenzmethode a. astron. Messungen 339.

Mikrometer: Untersuch. üb. Schraubenmikrometer, Knorre 41. 83. — Boys' Radiomikrometer, Maurer 189.

Mikrophon s. Elektrizität V.

Mikroskope: Mikroskope v. C. Zeiss f. krystallograph. u. petrograph. Untersuchungen, Czapski 94. — Neue Vorrichtung f. Mikroskope z. Zwecke d. schnellen Ueberganges v. parallelem polarisirten z. konvergent. Licht, Brünnée 136. — Zeichenpult f. d. Gebrauch am Mikroskop, Giesenhagen 196. — Koch-Wolz'sche Mikroskopirlampe, Schiefferdecker 304. — Mikroskop-Beleuchtungsspiegel f. auffallendes Licht, Selle 457.

Mikrotome: Verbess. d. Schlittenmikrotoms, Thoma 68. — Einige Objekthalter f. d. Jung'schen Mikrotome, Koch 199. — Feinschneidevorricht., Hatschek 421.

Mineralogie: Mikroskope f. krystallograph. u. petrograph. Untersuchungen, Czapski 94.

Mix & Genest, Mikrophon mit schwingender Dämpfung 36. — Brems- u. Dämpfervorricht. für Mikrophone 236.

Motz, C. N. & Co., Blechreissfeder 456.

Moulton, Fr. W., Mechanischer Fernsprecher 385.

Müller, K. W., Schutzbrille mit elastisch befestigt. Gläsern 273.

Munker, J. G., Elektrizitätszähler 420.

Mylius, Dr. F., Ueber d. Beurtheilung der Glasgefässe zum chem. Gebrauch 311. 375.

Nathan, A., Zirkel mit doppelt. Feineinstellung 418.

Naturforscherversamml. 106. — Neue Statuten der Gesellsch. deutscher Naturforsch. u. Aerzte, Krüss 297. — Verhandlungen d. Abtheil. f. Instrumentenkunde 445.

Nautik: Loth für Tiefen- u. Strömungsmessungen, Flad 108. — Instrum. z. submarin. Messungen, Szarvas 218. — Vorricht. z. Aufzeichneh d. Laufes e. Schiffes, Wrigley, Hope 454. — Geschwindigkeitsmesser f. Schiffe, Sonnet, Gombault 457.

Neesen, F., Verdampfungskalorimeter 196.

Nouerburg, H., Theaterglas 420.

Neuhauss, Dr. R., Lehrbuch d. Mikrophotographie 69.

Nickel: Magnet. Eigenschaften v. Nickel-Eisenlegirungen, Hopkinson 342.

Nicko, O., Verfahren u. Form z. Herstellung v. Gefässen mit kapillarem Ausguss 347.

Noack, Dr. K., Weinhold'sche Messapp. f. Schule u. Laboratorium 68.

Oertel, E. O., Vorricht. z. selbthätigen Aufzeichnung d. Thätigkeit v. Maschinen 273.

Ohm, Bestimmung d., s. Elektrizität I.

Oleorefraktometer z. Ermittlung v. Verfälschung. 29.

Ombrograph s. Meteorologie V.

Ophthalmologie: Augenspiegel, Fritsch 37. — Neue Form des Perimeters, Braunschweig 58. — Eine neue Lidklemme, Elschnig 227. — Sehkraftprüfer mit in Kurvenbahnen geleiteten Linsen, Pruden 309. — App. z. Bestimm. d. Sehschärfe, Carl, Illinsdorf Nachf. 456.

Optik: I. Theorie, Untersuchungsmethoden u. Apparate für theoretische Forschung: Zur Geschichte d. Brennspiegel, Wiedemann 63. — Neue Vorricht. f. Mikroskope z. Zwecke schnellen Ueberganges v. parallelem polarisirten z. konvergentem Licht, Brünnée 136. — Einfacher Interferenzversuch, Michelson 142. — App. zur Demonstration des Schellbach'schen Ringes, Schellbach 231. — Neuer Interferenzrefraktor, Zehnder 275. — Messung mittels Lichtwellen, Anwendung d. Interferenzmethode auf astronomische Messungen, Michelson 339. — Konstrukt. d. Babinet'schen Kompensators, Schmidt 439. — II. Apparate zu verschied. optisch. Zwecken, Hilfsapparate für Untersuchungen, Stereoskope, Operngläser, Brillen u. s. w.: Instr. z. Erzeugung u. wiederholten Hervorbringen von Tönen auf optischem Wege, Kerner 107. — Gelenk für Brillengestelle, Price 238. — Instrum. z. optischen Vergleichung durchsicht. Flüssigkeit., Sondén 267. — Befestigung d. Gläser a. Brillen u. Kneifern, Bäse 272. — Schutzbrille mit doppelt. elast. befestigt. Gläsern, Müller 273. — Theaterglas, Neuerburg 420. — Augengläserfass., Rodenstock 420. — Gläserfassung bei Drahtkorb-Schutzbrillen, Schwank 455. — III. Methoden u. Apparate d. praktischen Optik: Vorricht. z. Erzeugung e. gleichmässigen Bildfeldes bei photogr. Weitwinkelobjektiven,

Hartnack 107. — Handbuch der angewandten Optik, Steinheil, Voit 380.
Ott, K. v., Der logarithmische Rechenschieber 69.
Oulton-Edmondson, Neuer elektrischer Verbrauchsmesser 416.
Ovalwerke s. Zeichenapparate.

Pantograph, Kleditz 144.
Pegel s. Wasserstandsanzeiger.
Pendel u. Pendelmessungen: Doppelradhemmung für Pendeluhren mit freiem Pendel, Riefler 37. — Freie Pendelhemmung m. stetig. Kraft, Rüffert 75. — Schaltwerk f. elektr. Pendeluhren, Wehrle & Co. 201. — Uhrpendel m. Vorrichtung z. Schutz d. Pendelfeder, Riefler 271. — Elektromagnet. Pendeluhr, Pohl 456.
Pensky, B., Einfache Zapfenfräse 40. — Neuer Drehbankmitnehmer 238. — Neue Form v. Drehstählen 350.
Perimeter s. Ophthalmologie.
Philipps, J. W., Schleifmaschine f. Spiralbohrer 147.
Phonograph s. Akustik u. Elektrizität VIII.
Phosphoreszenz, Verfahren u. App. z. Anzeigen u. Messen d., Robinsohn 420.
Photographie: Plattenwechselvorrichtung für photogr. Kamera, Wünsche 38. — Lehrbuch der Mikrophotogr., Neuhauss 69. — Objektivverschluss für photogr. App., Gross 74. — Photogr. Methode d. Breitenbestimmung aus Zenithsternen, Kapteyn 101. — Vorrichtung z. Erzeugung eines gleichmässigen Gesichtsfeldes bei photogr. Weitwinkelobjektiven, Hartnack 107. — App. z. Erzeugung v. Magnesiumlicht f. photograph. Zwecke, Zimmer 108. — Magnesium-Beleuchtungsappar., Beaurepaire 108. — Tragbare photogr. Kamera, Stirn 109. — Vorricht. z. Verstellen d. Schlitzweite v. Jalousieverschlüssen bei photogr. App., Anschütz 109. 145. — Vorricht. zur Erzeugung von Magnesiumlicht, Köst 145. Hänsdorf Nachf. 115. Schirm 201. — App. z. Verbreiterung v. photogr. Sternspektren, Scheiner 229. — Photogr. Kamera, Stein 235. — Panorama oder Wandelkamera, Damoizeau 274. — Photogr. Messkunst, Photogrammetrie u. Phototopographie, Pollack 314. — Resultate d. Vorarbeiten z. Herstellung e. photogr. Himmelskarte, Scheiner 366. 394. — Objektivverschluss f. photogr. App., Rosenmüller 383. — Zusammenlegb. Stativ f. photogr. Zwecke, Unte 383. — Benutzung d. elektrisch. Glühlichts für photogr. selbstregistr. App., Wild 411. — Photograph. Kamera mit schwingender Objektivhülse, Pinkernelle 420. — Photograph. Detektivkamera, Bloch 422. — Momentverschluss f. photogr. Objektive, Wünsche 422. — Photogr. Kamera, Lumière 122. — Prakt. Taschenbuch d. Photographie, Vogel 451. — Photogr. App. f. Serienaufnahmen, Kohlrausch 454. — Photograph. Kamera, Luce 455. — Photogr. App., Greene, Evans 456.
Photometrie: Neue Montirung des Milchglasplattenphotometers, Weber 6.
PhysikalischeTechnik, Lehmann 104.
Physikalisch-TechnischeReichsanstalt s. Reichsanstalt.
Physiologie: Studien über graph. Zeitregistrir. f. physiol. Zwecke, Jaquet 447.
Pilkington, H. M., Elektrizitätszähler 419.
Pinkernelle, Photogr. Kamera mit schwingender Objektivhülse 420.
Pinzette, Hartmann & Soha 421.
Plat, Ch., Geräth z. zeichnerisch. Uebertragung tachymetr. Messungen 146.
Platin: Ueber d. reine Platin u. einige seiner Legirungen, Heraeus 262.
Peggendorff'sche Spiegelablesung, Reduktionstabellen für, Czermak 105.
Pohl, A., Elektromagnet. Pendeluhr 456.
Pollack, V., Photogr. Messkunst, Photogrammetrie u. Phototopographie 314.
Pomplun, Dr. W., Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50° 1.
Porzellan. Verfahren z. Verbind. v. P. mit Metallen durch Löthung, Cailletet 202.
Possanner, Dr. B. v., Alkoholometr. Reduktionstabellen 417.
Price, H. J., Gelenk für Brillengestelle 238.
Pruden, Dr. R., Sehkraftprüfer mit in Kurvenbahnen geleiteten Linsen 309.
Prytz, K., Messung v. Rotationsgeschwindigkeiten mittels des Zentrifugalsangens 383.
Pyrometrisches Schrohr, Ernst 379.

Quadrant, Dezimaltheilung d., Westphal 193.
Quecksilberluftpumpe s. Luftpumpe.
Quecksilberpipette s. Chemie.
Quecksilberwiderstände siehe Elektrizität I.

Radiomikrometer, Boys, Maurer 189.
Radiophonische App., Untersuchungen über, Mercadier, Chaperon 33.
Raps, Dr. A., Quecksilberluftpumpe mit selbthätigem Betriebe durch Wasserdruck 229. 256.
Rechenapparate: D. logarithmische Rechenschieber, Ott 69.
Rechniewski, N., Elektrizitätszähler 306.
Reflektor f. elektr. Bogenlicht, Hrabowski 236.
Refraktometer: Ölrefraktometer u. Amagat u. Jean z. Ermittlung v. Verfälschungen 29.
Refraktor s. Astronomie.
Regenmesser s. Meteorologie V.
Reichsanstalt, Physikalisch-Technische: Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50°, Pomplun 1. — Ueber das Härten von Stahlmagneten, Holborn 113. — Die Thätigkeit der Physik.-Techn. Reichsanstalt bis Ende 1890 149. — Ueber eine Herstellung von Quecksilberwiderständen, Lindeck 171. — VergleichendeUntersuchung technischerStrom-u.Spannungsmesser f.Gleichstrom, Kahle 239. — Ueber die Beurtheilung d. Glasgefässe z. chemischem Gebrauche, Mylius, Foerster, 311. 375.
Reinhardt, O., Einricht. e. Zentralstation f.Telephonanlagen 349.
Reiniger, Gebbert & Schall, Transportables Horizontalgalvanometer 444.
Reissfeder s. Zeichenapparate.
Riefler, S., Doppelradhemmung f. Chronometer mit vollkommen freier Unruhe u. f. Pendeluhren mit freiem Pendel 37. — Uhrpendel mit Vorricht. z. Schutz d. Pendelfeder 271.
Rigollot, H., Elektrochem. Aktinometer 303.
Robinsohn, J., Verfahren u. App. z. Anzeigen u. Messen d. Phosphoreszenz 420.
Rodenstock, A., Augengläserfassung 420.
Rogers, F. M., Einfache Hohlvorrichtung f. Drehbänke 422.
Rohrbeck, Dr. H., Neuer. a. App. z. Desinfiziren mittels gesättigten Wasserdampfes von beliebig hoher Temperatur 386.
Romanel, R. C., Entfernungsmesser 237.
Rosenmüller, G., Objektivverschluss f. photogr. App. 383.
Ross, H. S., Vorricht. z. Aufnehmen u. Zählen einzelner Vorgänge 109.
Rüffert, F. W., Freie Pendelhemmung mit stetiger Kraft 75.

Salter, G., Tellurium 458.
Schallwellen, Aufzeichnen u. Widergeben v., s. Akustik.
Scheiner, Dr. J., Einfache u. genaue Methode d. Orientirung e. parallaktisch aufgestellten Fernrohrs 137. — App. z. Verbreiterung v. photogr. Sternspektren

229. — Spektralanalyse d. Gestirne 267. — Resultate d. Vorarbeiten z. Herstell. d. photogr. Himmelskarte 366. 394.
Schellbach, Prof. K., App. z. Demonstr. d. Schellbach'schen Ringes 231.
Schiefferdecker, Dr. P., Koch-Wolz'sche Mikroskopirlampe 304.
Schirm, C. C., Neuer. in d. Erzeugung v. Magnesiumlicht 201.
Schleifmaschine s. Werkstatt I.
Schliegl, E., Indikator m. selbthätiger graphischer Darstellung d. Arbeit 40.
Schmelzpunktbestimmungen, App. f., Christomnos 31.
Schmidt, Gebr., Desinfektionsapp. m. elektr. Kontrolvorricht. 272.
Schmidt, Dr. K. E. F., Konstruktion d. Babinet'schen Kompensators 439.
Schmidt, Prof. Dr. M., Erfahrungen über d. Verwendbarkeit v. Aluminium f. Messinstrumente 61.
Schönlau, Gebr. E. u. P., Quecksilberthermometer m. magnet. Anzeigevorrichtung 310.
Schopper, L., Vorricht. z. Messen d. Dehnbarkeit u. Zerreissbarkeit 319.
Schott, Dr. O., Studium einiger physik. Eigenschaften v. Gläsern u. über e. neues werthvolles Glas f. d. Thermometrie 330.
Schrauben: Bewegungsschrauben: Untersuchungen über Schraubenmikrometer, Knorre, 41. 83.
Schubert, J., Kneifer m. unbeweglichen Klemmbacken 422.
Schumacher & Stahl, Maass- u. Zeichenwinkel, insbesondere z. Aufzeichnen d. Abwicklungsfiguren konischer Körper 143.
Schwank, A., Gläserfassung b. Drahtkorb-Schutzbrillen 455.
Schwere: Bestimm. d. Aenderung d. Schw. mit d. Höhe, Thiesen 66.
Schwungpendel f. Geschwindigkeitsmesser, Horn 236.
Sebald, J., Wasserwaage 417.
Seibt, Prof. Dr. W., D. selbthätige Universalpegel z. Swinemünde, System Seibt-Fuess 351.
Selle, G., Mikroskop-Beleuchtungsspiegel f. auffallendes Licht 457.
Siems, A., Indikator m. selbthätiger graphischer Darstellung d. Arbeit 40.
Silbermann, A., Stütze f. längliche Geräthe, Instrumente u. Schusswaffen 200.
Sirene s. Akustik.
Smith, Fr. J., Dauer d. Nachinduktion im Eisen 412.
Snelgrove, W., Vorrichtung z. Schliessen u. Unterbrechen v. Stromkreisen f. elektr. Klingeln 141.
Sondén, K., Instrum. z. opt. Vergleichung durchsichtiger Flüssigkeiten, Liquoskop 267.
Sonnet, E. Ch., Geschwindigkeitsmesser f. Schiffe 457.
Spannungsmesser s. Elektrizität IV.
Spektralanalyse: App. z. Verbreiterung v. photogr. Sternspektren, Scheiner 229. — Spektralanalyse d. Gestirne, Scheiner 267.
Spiegel: Refraktoren in Verbindung mit Spiegeln, Knopf 17. — Zur Geschichte der Bronnspiegel, Wiedemann 63. — Reduktionstabellen für die Gauss-Poggendorff'sche Spiegelablesung, Czermak 105. — Spiegelteleskop aus ebenen Spiegeln, O'Brien 312. — Mikroskop. Beleuchtungsspiegel f. auffallendes Licht, Selle 457.
Spirituskontrolapp., Brauner & Klusek 309.
Spitzer, Dr. A., Hörvorrichtung 269.
Sprung, Dr. A., Ueber d. Verwendung d. einfachen Wolkenspiegels z. Bestimm. d. Winkelgeschwindigkeit d. Wolken 11.
Stahl: Ueber d. Härten v. Stahlmagneten, Holborn (Reichsanstalt) 113. — Verfahren z. Befestigen e. Diamanten in Stahl, Lange 454.
Stative: Stütze f. längliche Geräthe, Instrumente u. Schusswaffen, Silbermann 200. — Zusammenlegbares Stativ f. geometr. u. photogr. Apparate, Unte 383.
Staubgehalt d. Atmosphäre s. Meteorologie VI.
Stein, Dr. S. Th., Photograph. Kamera 235.
Steinbrenner, C., Stangenzirkel 237.
Steiner, B., Neuer. a. Phonographen 307.
Steinheil, Dr. A., Handbuch d. angewandten Optik 380.
Stirn, C. P., Tragbare photogr. Kamera 109.
Stock, F., Gekerbter Zeichenmaassstab m. Schutzvorrichtung gegen Lagenänderungen beim Abstechen 147.
Stockmeier, Dr., Putzmittel 386.
Sträter, W., Flüssigkeitsmesser 385.
Strommesser s. Elektrizität IV.
Stuhl, M., Selbthätige Quecksilberluftpumpe 229.
Szarvas, L., Instrumente z. submarinen Messungen 218.
Szczepanski, F. v., *Bibliotheca polytechnica* 142.
Szymanski, Dr. P., Neue Form d. Blattelektroskops 232.

Teague, F., Lagerung f. Elektrizitätszähler mit kreisendem Anker 383.
Telephon s. Elektrizität VI.
Teleskop s. Fernrohr.
Tellurium, Salter, Hadley 458.
Telschow, Zahnärztlich. Bohrmaschine f. Druckluftbetrieb 309.
Temperaturregulatoren: Lampe f. konstante Temperaturen m. elektr. Gaszuflussregulirung, Lautenschläger 73.
Theilungen: Dezimaltheilung d. Quadranten, Westphal 193.
Thermometrie: Vergleich. v. Thermometern in Temperaturen über 50°, Pomplun 1. — Fernthermometer, Berthold 138. — Ueber d. Temperaturkorrektion bei Heberbarometern, Czermak 184. — Verfahren z. Messung hoher Temperaturen 202. — Differential-Dampfspannungsthermometer m. Vorrichtung z. Fernmelden d. Temperatur, Hartl 308. — Quecksilberthermometer m. magnet. Anzeigevorricht., Schönlau 310. — Ueber ein neues werthvolles Glas f. d. Thermometrie, Schott 330. — Schwellenthermometer, Fuchs 451.
Thoma, Prof. R., Verbess. des Schlittenmikrotoms 68.
Thomson, E., Neuer elektr. Verbrauchsmesser 416.
Thomson, Sir W., Vorricht. z. Messen u. Aufzeichnen elektr. Ströme 456.

Uhren: Doppelradhemmung für Chronometer mit vollkommen freier Unruhe und f. Pendeluhren m. freiem Pendel, Riefler 37. — Elektr. Hauptuhr, Vogel 75. — Freie Pendelhemmung m stetiger Kraft, Rüffert 75. — Freie Uhrhemmung, Kaiser 200. — Schaltbrett f. elektr. Pendeluhren, Wehrle & Co. 201. — Höhenmessapp. f. Uhrmacher, Baltzer 201. — Uhrpendel m. Vorrichtung z. Schutz d. Pendelfeder, Riefler 271. — Elektromagnet. Pendeluhr, Pohl 456.
Unte, J., Zusammenlegbares Stativ f. geometr. u. photograph. Instrumente 383.

Valenta, E., App. z. fraktionirten Destillation unter vermindertem Druck 101.
Verdunstungsmesser s. Meteorologie V.
Vereinsnachrichten 35. 70. 105. 143. 234. 344. 382.
Vergnano, L., Kreistheiler 74.
Vermessungskunde, Handbuch d., Jordan 343.
Vogel, E., Elektr. Hauptuhr 75.
Vogel, Dr. E., Prakt. Taschenbuch d. Photographie 451.
Vogt, C., Mehrpoliges Telephon m. radialer Verstellung d. Polschuhe 107. — Kohlenwalzenmikrophon 271. 419.
Voit, Prof. Dr. E., Handbuch der angewandten Optik 380.
Volkert, L., Elektrizitätszähler 110.
Vorstädter, L., Verschiebbare Schlauchklemme mit drehbaren Klemmwalzen 457.

Wärmelehre: I. Untersuchungen: Beobacht. über d. spezif. Wärme d. flüssigen Schwefels, Classen 301. — II. Apparate: Untersuchungen über neue radiophonische App., Mercadier, Chaperon 33. — Verfahren z. Messung hoher Temperaturen 202. — Verdampfungskalorimeter, Neesen 196. — Trockenschrank m. Waage, Knöfler 309. — Pyrometr. Schrohr, Ernst 379.
Warren, H. N., App. z. Entdeckung von brennbaren Gasen i. d. Luft 30.
Wasserstandszeiger: Elektrisch. Meldewerk z. Meldung übermässig raschen Fallens e. Flüssigkeit, Biega 110. — Der selbthätige Universalpegel z. Swinemünde, System Seibt-Fuess, Seibt 351.
Wassorwnage s. Geodäsie.
Weber, Prof. Dr. L., Neue Montirung d. Milchglasplattenphotometers 6.
Wehrle, E. & Co., Schaltbrett f. elektr. Pendeluhren 201.
Weinhold'sche Messapp. f. Schule u. Laboratorium, Noack 68.
Werkstatt: I. Werkzeuge u. Apparate: Einfache Zapfenfräsen, Pensky 40. — Löthkolben m. elektr. Heizung, Carpenter 76. — Neues Werkzeug f. d. Drehbank 76. — Schleifmaschine f. Spiralbohrer, Philipps 147. — Spannvorrichtung f. Keile 148. — Neuer Drehbankmitnehmer, Pensky 238. — Ausstellung v. Materialien und Werkzeugen f. d. Feintechnik 300. — Stellbares Stichmaass m. Messschraube, Esser 307. — Schärfen d. Feilen mittels Elektrizität 310. — Zentrirfutter als Ersatz f. Holzfutter, Mach 338. — Neue Form v. Drehstählen, Pensky 350. — Rohrzange 386. — Einfache Hebelvorrichtung f. Drehbänke, Rogers 422. — Verfahren z. Befestigen v. Diamanten in Stahl, Lange 454. — Verschiebbare Schlauchklemme m. drehbaren Klemmwalzen, Vorstädter 457. — Schleifmaschine f. Werkzeuge 458. — II. Rezepte und Arbeitsmethoden: Verwendung des elektr. Lichtbogens z. Schweissen u. Löthen 111. — Verfahren z. Verbindung v. Glas u. Porzellan m. Metallen z. Löthung, Cailletet 202. — Schmelzen v. Aluminium u. seinen Legirungen 274. — Putzmittel, Stockmeier 386.
Weston, E., Vorricht. z. Verlangsamen u. Anhalten d. Bewegung e. Zeigernadel 346.
Westphal, Dr. A., Dezimaltheilung d. Quadranten 193.
Wheeler, A., Mechanischer Fernsprecher 385.
White, R. S., Elektrizitätszähler 419.
Wiedemann, Prof. Dr. E., Z. Geschichte d. Brennspiegel 63.
Wikszemski, Dr. A., Verfahren z. Herstell. v. Phonogrammen 110.
Wild, Prof. Dr. H., Ombrograph u. Atmograph 64. — Neuer Anemograph und Anemoskop 99. — Nadelinklinatorium modifizirter Konstruktion 138. — Induktionsinkliuatorium neuer Konstruktion u. Bestimm. d. absoluten Inklination m. demselben im Observatorium z. Pawlowsk 203. 248. — Benutzung d. elektr. Glühlichts f. photogr. selbstregistr. App. 411.
Wislicenus, H., Vorrichtungen für fraktionirte Destillation im Vakuum 413.
Wolkenspiegel s. Meteorologie VI.
Wolz'sche Mikroskopirlampe, Schiefferdecker 304.
Woulff'sche Flaschen, Ersatz f., Gross 416.
Wrigley, A., Vorricht. z. Aufzeichnen d. Laufes e. Schiffes 454.
Wünsche, E., Plattenwechselvorricht. f. photograph. Kamera 38. — Momentverschluss für photogr. Objektive 422.
Wuilleumier, H., Bestimm. d. Ohm durch d. elektrodynam. Methode u. Lippmann 100.
Württemberg, Wilhelm Graf von, Zusammenlegbarer Zirkel z. Bestimm. v. Entfernungen auf Karten 345.
Zählwerke: Elektrizitätszähler s. Elektrizität IV.
Zahnärztliche Bohrmaschine, Winkelstück f., Ehrlich & Kohler 272. — Zahnärztliche Bohrmaschine f. Druckluftbetrieb, Telschow 309.
Zange z. Lochen u. Stempeln v. Fahrkarten, Gochel 384.
Zehnder, Dr. L., Neuer Interferenzrefraktor 275.
Zeichenapparate: Ellipsenzirkel, Eckermann 39. — Polygonzirkel m. Einrichtung z. Verzeichnen v. Kreisen u. geraden Linien, Goldschmidt, Vergnano 74. — Maass- u. Zeichenwinkel, insbesondere z. Aufzeichnen d. Abwicklungsfiguren konischer Körper, Schumacher & Stahl 143. — Pantograph, Kleditz 144. — Zeichengeräth z. Bestimm. d. Eckpunkte regelmässiger Vielecke, Gerken 145. — Kurvenmessrädchen, Findeisen 145. — Reissfeder m. konischer Hülse, Böhm 146. — Geräth z. zeichnerischen Uebertragung tachymetrischer Messungen, Plat 146. — Ellipsenzeichner, Egnér 146. — Gekerbter Zeichenmaassstab m. Schutzvorrichtung gegen Lagenänderungen beim Abstechen, Stock 147. — Zirkel, Lotter 147. — Zeichenpult f. d. Gebrauch am Mikroskop, Giesenhagen 196. — Stangenzirkel, Steinbreuner 237. — Ellipsographen u. Ovalwerke, Hartmann 285. — Zusammenlegbarer Zirkel z. Bestimm. v. Entfernungen auf Karten, Graf v. Württemberg 345. — Winkeltheiler f. techn. Zwecke, Dorr 347. 348. — Perspektivlineal, Krieghammer 382. — Winkeldrittler, Hermes 384. — Zirkel m. Vorricht. z. Bestimmung v. Marschzeiten, Brenske 418. — Zirkel m. doppelter Feineinstellung, Nathan 418. — Blechreissfeder, Motz & Co. 456.
Zeitregistrirung, Studien über graphische Z. f. physiolog. Zwecke, Jaquet 447. — S. auch Astronomie.
Zerreissfestigkeit, Vorricht. z. Messen d., Schopper 349.
Zimmer, O., App. z. Erzeugung v. Magnesiumlicht 108.
Zirkel s. Zeichenapparate.
Zugkräfte, App. z. Messung v., Druckenbrodt 39. 145.

Verlag von J. Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

/50

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Friedenau, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Berlin, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Elfter Jahrgang.

1891.

12. Heft: Dezember.

Inhalt:

V. Dvorak, Ueber verschiedene Arten selbthätiger Stromunterbrecher und deren Verwendung S. 423. — K. E. F. Schmidt, Zur Konstruktion des Babinet'schen Kompensators S. 439. — Transportables Horizontalgalvanometer der Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen S. 444. — Kleinere (Original-) Mittheilungen: Verhandlungen der Abtheilung für Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Halle a. S. S. 445. — Referate: Studien über graphische Zeitregistrirung S. 447. — Ueber einen heizbaren Vakuumexsikkator S. 449. — Vorlesungsapparat zur Ablenkung der Magnetnadel S. 450. — Schwellenthermometer S. 451. — Neu erschienene Bücher: S. 451. — Patentschau. S. 452. — Für die Werkstatt. S. 458 — Berichtigung: S. 458.

Auf dem Umschlage: Patentliste S. 3.

Berlin.

Verlag von Julius Springer

1891.

Mailand. *Ulrico Hoepli.*

New-York. *B. Westermann & Co.*

Die „Zeitschrift für Instrumentenkunde"

erscheint in monatlichen Heften von etwa 5 Quartbogen. — 12 Hefte bilden einen Jahrgang. — Preis des Jahrganges M. 18,—.

Abonnements nehmen entgegen alle Buchhandlungen und Postanstalten des In- und Auslandes, sowie auch die Verlagshandlung Julius Springer in Berlin N., Monbijouplatz 3.

Redaktionelle Anfragen und Mittheilungen wolle man an den Redakteur, Dr. A. Westphal, Berlin W. 62, Joachimsthalerstr. 35, (Telephon: Amt Charlottenburg No. 190) richten.

nimmt **Inserate** gewerblichen und literarischen Inhaltes, Stellengesuche und -Angebote etc. auf und sichert denselben die weiteste und zweckmässigste Verbreitung.

Bei 1 3 6 12 mal. Insertion kostet die einmal gespalt. Petitzeile 50 45 40 30 Pf.

Inserate werden von der Verlagshandlung sowie von den Annoncenexpeditionen angenommen.

Beilagen werden nach einer mit der Verlagshandlung zu treffenden Vereinbarung zugefügt.

21.

ätszähler. Vom

1891. Nr. 60195.

: 60196. Kl. 57.
60059. Kl. 83.
Auslösungsfeder.

12. April 1891.

r. 60273. Kl. 42.
November 1890.

Vom 14. April

n. Vom 14. Mai

n der Bewegung
Kl. 21.
891. Nr. 60558.

[6520]

i

und

n.

sse.

t

).

ıngen

ɔe.

ɪn

Illustrationen.

Gefällig zu beachten!

Einem allgemeinen Wunsch entsprechend, hat sich Herr **Dr. A. Westphal** zur Bearbeitung eines die ersten zehn Jahrgänge (1881—1890) der Zeitschrift für Instrumentenkunde umfassenden

Generalregister

entschlossen.

Dasselbe ist soeben erschienen und steht den Abonnenten zum Preise von nur **M. 4,—** durch jede Buchhandlung zu Diensten.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.

Vorwort zum Generalregister.

Ein Generalregister für die Jahrgänge 1881 bis 1890 der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* dürfte den Lesern der Zeitschrift willkommen sein; einerseits hat die Instrumentenkunde in den letzten zehn Jahren eine fruchtbare Periode ihrer Entwickelung zu verzeichnen, und andererseits ist die Zeitschrift eifrig bemüht gewesen, ein Kompendium alles dessen zu sein, was in der Instrumententechnik geleistet wurde. In Berücksichtigung dieser Aufgabe der Zeitschrift bin ich bestrebt gewesen, das Generalregister so anzuordnen, dass es ein Nachschlagebuch für den auf dem Gebiete der Instrumentenkunde Arbeitenden sein kann; die einzelnen Jahresregister wurden gänzlich neu bearbeitet und das Ganze nach einem einheitlichen Plan angelegt. Wie weit mir meine Absicht gelungen ist, wage ich nicht zu behaupten, doch hoffe ich, dass das Generalregister für manche Arbeiten eine Erleichterung bieten wird.

Die Abkürzungen sind ohne Weiteres verständlich. Die römischen Zahlen bedeuten den Jahrgang, die arabischen wie gewöhnlich die Seitenzahl.

Der Verlagsbuchhandlung habe ich für das freundliche Entgegenkommen bei der Herausgabe des Registers verbindlichen Dank zu sagen.

BERLIN, im November 1891.

Dr. A. Westphal.

Patentliste.

A. Inländische Anmeldungen im Monat November 1891.

E. Grube, H. Reeder und **H. R. Ottesen** in Hannover. Elektrizitätszähler. Nr. 6808. Kl. 21.

B. Inländische Ertheilungen im Monat November 1891.

Cie Anonyme Continentale pour Fabrication des Compteurs à Gaz in Paris. Elektrizitätszähler. Vom 23. Mai 1890. Nr. 60190. Kl. 21.

W. Langenbruch in Berlin. Zusammenlegbare photographische Kamera. Vom 11. Januar 1891. Nr. 60195. Kl. 57.

A. Collin in Frankfurt a. M. Neuerung an Wechselkassetten. Vom 29. Januar 1891. Nr. 60196. Kl. 57.

S. Riefler in München. Quecksilber-Kompensationspendel. Vom 20. März 1891. Nr. 60059. Kl. 83.

R. Lange in Glashütte bei Dresden. Chronometergang mit an der Unruhaxe befestigter Auslösungsfeder. Vom 17. Mai 1891. Nr. 60071. Kl. 83.

E. Grassot in Cambray, Departement du Nord, Frankreich. Elektrizitätszähler. Vom 12. April 1891. Nr. 60276. Kl. 21.

J. Gorinp in Wien. Vorrichtung zum Aufzeichnen von Bewegungen. Vom 21. März 1891. Nr. 60273. Kl. 42.

O. Anschütz in Lissa, Provinz Posen. Stroboskopischer Apparat (Schnellseher). Vom 15. November 1890. Nr. 60285. Kl. 42.

F. A. Fichtner in Dresden A. Photographische Kamera und Objektivverschluss für dieselbe. Vom 14. April 1891. Nr. 60258. Kl. 57.

B. G. P. Möller in Kolding, Dänemark. Photographische Handkamera mit Plattenmagazin. Vom 14. Mai 1891. Nr. 60262. Kl. 57.

E. Weston in Newark, New-Jersey, V. St. A. Vorrichtung zum Verlangsamen und Anhalten der Bewegung der Zeigernadel elektrischer Messgeräthe. Vom 11. November 1890. Nr. 60418. Kl. 21.

Th. Esser in Mülheim, Rhein. Stellbares Stichmaass mit Messschraube. Vom 22. April 1891. Nr. 60558. Kl. 42.

Sonder-Abdruck aus der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1891, April.
Verlag von Julius Springer, Berlin N.

Ueber eine neue Vorrichtung für Mikroskope zum Zwecke eines schnellen Uebergangs von parallelem polarisirten zu konvergentem Licht.

Von R. Brunnée (i. F. Voigt & Hochgesang) in Göttingen.

Die Vorrichtung, welche ich in Nachstehendem beschreiben will, soll einen schnellen Uebergang von parallelem polarisirten zum konvergenten Lichte bewirken. Sie zeichnet sich durch ihre Einfachheit, Solidität, sowie ein sicheres bequemes Arbeiten vor anderen Konstruktionen aus und funktionirt nach dem Urtheile Sachverständiger vortrefflich, wie u. A. aus einem (der Redaktion *dieser Zeitschr.* mitgetheilten) Briefe von Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. C. Klein an mich hervorgeht, in welchem derselbe erklärt, dass er die Vorrichtung den bis jetzt bekannten vorziebt. Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, die Vorrichtung fest mit dem Polarisator zu verbinden, ohne zwei Prismen anzuwenden oder das Mikroskop mehr wie gewöhnlich zu belasten; die Theile des Linsensatzes sollten ferner bei Einschaltung desselben nicht von einander getrennt sein, damit die sehr wichtige Einstellung durch die Triebbewegung, welche ja schon wegen der grossen Differenz von 0,6 *mm* bis 2 *mm* in der Dicke der Objektträger unbeschränkt vorhanden sein muss, nicht verloren geht.

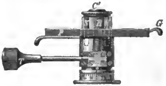


Fig 1.

Diese Aufgabe ist in folgender Weise gelöst: Im Schieber P (Fig. 1 und 2), durch welchen der Polarisator mit dem Instrument verbunden wird, ist ein Schlitten S angebracht, welcher, sobald das Rohr R durch das Trieb T nach unten bewegt wird, die Linse C' von der Linse C^2 abhebt; ein Zug am Arme G genügt dann, um dieselbe in eine seitlich im Schieber P angebrachte Vertiefung hineinzuziehen (siehe Fig. 2 a. S. 137), woranf der Polarisator, welcher dann nur mit der Linse C^2 versehen ist, unbehindert wieder hochgestellt werden kann.

Will man wieder zu konvergentem Licht übergehen, so verfährt man in gleicher Weise, bewegt das Rohr R nach unten, drückt den Schieber S nach Innen und der konische Ansatz der Linsenfassung C^2 wird die Linse C' wieder genau zentrisch auffangen.

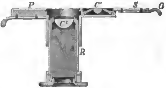


Fig. 2.

Damit nun die Linse C' in dem Ring des Schlittens S hängen bleibt, ist das Rohr R mit vier Schlitzen N versehen, in welchen wiederum vier Ansätze von dem Ring des Schlittens S hineingreifen; diese bilden eine genaue zentrische Aufhängung für die Linsenfassung der Linse C'. Für grössere Mikroskope, welche statt der Linse C' einen doppelten, stärker brechenden Linsensatz erhalten, wird nur die Vertiefung im Schieber P dementsprechend verändert.

Der Apparat ist zum Patent angemeldet.